



UNIVERSIDADE DE LISBOA

FACULDADE DE MOTRICIDADE HUMANA



Exercício e Diabetes Mellitus Tipo 2

**Relatório de Estágio do Ramo de Aprofundamento de
Competências Profissionais Elaborado com Vista à Obtenção
do Grau de Mestre em Exercício e Saúde**

Orientador: Professor Doutor Luís Fernando Cordeiro Bettencourt Sardinha

Júri:

Presidente

Professora Doutora Analiza Mónica Lopes Almeida Silva

Vogais

Professor Doutor Luís Fernando Cordeiro Bettencourt Sardinha

Professora Doutora Maria Helena Santa-Clara Pombo Rodrigues

Pedro Filipe Palminha Henriques

2018

Agradecimentos

Para a elaboração do presente relatório contribuíram diversas pessoas, que sem as quais não teria sido possível ou teria sido mais difícil a sua concretização. Sendo assim, é com elas que quero partilhar o produto final desta jornada expressando o meu sincero agradecimento.

Ao meu orientador de estágio Prof. Dr. Luís Bettencourt Sardinha por todo o apoio e disponibilidade ao longo da realização desta fase de aprendizagem.

“Obrigado pelo exemplo como professor e orientador”

Ao meu co-orientador de estágio doutorando João Magalhães por toda a disponibilidade e orientação dada durante todo este processo permitindo o meu crescimento como profissional.

“Muito obrigado pelos ensinamentos e apoio diários”

Aos participantes do projeto D2fit que acompanhei ao longo do tempo pela presença diária e empenho demonstrado ao durante o seu período de participação.

“Obrigado pelo esforço e sorrisos diários demonstrados”

Ao meu amigo e colega de estágio Tiago Ataíde por toda a amizade e ajuda demonstrada ao longo deste processo.

“Obrigado pela entreaajuda e amizade constantes”

À minha família pelo seu apoio incondicional, incentivo e ajuda total na superação de obstáculos que foram surgindo ao longo desta caminhada.

“Obrigado por estarem sempre presentes e por tudo aquilo que me proporcionam”

Resumo

O presente relatório está inserido no âmbito da unidade curricular de estágio enquanto fisiologista do exercício realizado nos laboratórios e sala de exercício da Faculdade de Motricidade Humana e no ginásio da Escola da Diabetes, espaço explorado pela Associação Protetora dos Diabéticos de Portugal, com a duração de um ano letivo, mais concretamente, de Setembro de 2015 a Julho de 2016.

A realização deste documento teve como objetivo dar a conhecer a problemática da diabetes mellitus, focado essencialmente na diabetes mellitus do tipo 2, que representa a grande maioria dos casos desta patologia e o papel que diferentes métodos de exercício desempenham no controlo e tratamento desta doença. Adicionalmente, aparece descrito de forma detalhada, as tarefas realizadas enquanto estagiário inserido num projeto de intervenção em pessoas com diabetes do tipo 2 denominado “Projeto D2fit”. A participação neste projeto permitiu pôr em prática todos os conhecimentos adquiridos ao longo do percurso do mestrado e do estágio, de forma autónoma, característica que é essencial na fase de transição para o mercado de trabalho.

Desta forma, este relatório apresenta todo o trabalho realizado ao longo do período de estágio, fazendo referência aos desafios propostos, às tarefas completadas e ao conhecimento adquirido e posto em prática.

Palavras-chave

Diabetes Mellitus tipo 2, Atividade física, Exercício físico, Treino aeróbio, Treino contínuo de moderada intensidade, Treino intervalado de alta intensidade, Treino de força, Treino combinado, Controlo glicémico, Projeto D2fit.

Abstract

The presented report is inserted in the scope of the internship curricular unit, as an exercise physiologist, held in the laboratories and exercise room of Faculty of Human Kynetics and in the gym of Diabetes School, building explored by Association of Portuguese Diabetics, which lasted one academic year, concretely from September 2015 until July 2016.

This document was conceived with the purpose of showing the problems associated to Diabetes Mellitus, mainly focused in the type 2 Diabetes Mellitus, which represents the vast majority of the pathology cases and the role that different types of exercise play towards the control and treatment of this disease. Additionally, the tasks done as an intern of the D2fit Project are described in detail. The participation in this project allowed to put to practice all the knowledge acquired throughout the master's degree and the internship, in an autonomous way, which is crucial in the transition to the work market.

This way, the report presents all the work produced during the internship, making reference to the proposed challenges, the completed tasks and the knowledge achieved and put to practice.

Key-words

Type 2 Diabetes Mellitus, Physical activity, exercise, Aerobic exercise, High intensity interval training, Moderate continuous training, Strength training, Combined training, Glycemic control, D2fit Project.

Índice

Agradecimentos	2
Resumo	3
Abstract	4
Índice de Figuras	9
Índice de Tabelas	11
Lista de Abreviaturas e Siglas	12
I. Introdução	14
II. Enquadramento Teórico	17
2.1. Diabetes mellitus	17
2.2. Fisiopatologia da diabetes mellitus tipo 2	17
2.3. Fatores de risco para o aparecimento da diabetes mellitus tipo 2	20
2.3.1. Fatores de risco não-modificáveis	20
2.3.2. Fatores de risco modificáveis	21
2.4. Sintomatologia	22
2.5. Critérios de diagnóstico da diabetes mellitus	23
2.5.1. Hemoglobina glicada como critério de diagnóstico da diabetes mellitus	25
2.5.2. Critérios para o aumento do risco de desenvolvimento da diabetes mellitus (Pré-diabetes)	26
2.6. Panorama da diabetes mellitus	28
2.6.1. Prevalência da diabetes mellitus	28
2.6.2. Impacto económico da diabetes mellitus	30
2.7. Complicações da diabetes mellitus	30
2.7.1. Complicações microvasculares	31
2.7.2. Complicações macrovasculares	32
2.8. Tratamento da diabetes mellitus tipo 2	33
2.9. Exercício e diabetes mellitus tipo 2	39

2.9.1. Treino aeróbio.....	39
2.9.1.1. Marcha	40
2.9.1.2. Treino contínuo de moderada intensidade.....	41
2.9.1.3. Treino intervalado de alta intensidade	42
2.9.2. Treino de força.....	45
2.9.3. Treino combinado	46
2.9.4. Cuidados a ter com a prática de exercício físico	47
III. Caracterização da entidade de estágio.....	50
3.1. Faculdade de Motricidade Humana – Projeto D2fit	50
3.1.1. Objetivos do projeto.....	50
3.1.2. Desenho do estudo.....	51
3.1.3. Recrutamento da amostra e critérios de inclusão e exclusão.....	51
3.1.4. Procedimentos de avaliação	51
3.1.3.1. Avaliação da composição corporal	52
3.1.3.2. Avaliação da força máxima.....	55
3.1.3.3. Avaliação da aptidão cardiorrespiratória	57
3.1.3.4. Avaliação da taxa metabólica de repouso.....	58
3.1.3.5. Avaliação da atividade física do dia-a-dia	59
3.1.3.6. Análises sanguíneas.....	60
3.1.4. Exercício de intervenção.....	60
3.1.4.1. Grupo de controlo	61
3.1.4.2. Grupo de treino contínuo de moderada intensidade	61
3.1.4.3. Grupo de treino intervalado de alta intensidade	61
3.1.4.4. Estrutura do treino de força	62
3.2. Associação Protetora dos Diabéticos de Portugal	66
IV. Planeamento Anual de Estágio.....	69
V. Intervenção em Estágio	72
5.1. Fase 1 – Setembro de 2015 a Janeiro de 2016.....	72
5.2. Fase 2 – Fevereiro a Julho de 2016.....	76

VI.	Análise dos Resultados da Amostra de Intervenção do Projeto D2fit.....	79
6.1.	Amostra de intervenção D2fit	79
6.2.	Análise estatística	79
6.3.	Análise dos resultados obtidos.....	80
6.3.1.	Estatística descritiva	80
6.3.2.	Análise de frequências.....	83
6.3.3.	Comparação entre grupos relativamente às variáveis de estudo ..	89
VII.	Discussão dos Resultados.....	95
VIII.	Conclusões.....	100
	Referências Bibliográficas	103
	Anexos	113
	Anexo 1 - Panfleto de divulgação do Projeto D2fit	113
	Anexo 2 – Ficha de treino TCMI relativa ao Projeto D2fit	115
	Anexo 3 – Ficha de treino TIAI relativa ao Projeto D2fit	117
	Anexo 4 – Ficha de avaliação relativa ao Projeto D2Fit	119
	Anexo 5 – Instruções de utilização do Acelerómetro.....	120

Índice de Figuras

Figura 1 - Fisiopatologia da DMT2	18
Figura 2 - Sintomas clássicos da hiperglicémia.....	23
Figura 3 - Níveis de glicémia no sangue em jejum e 2 horas após PTGO.....	24
Figura 4 - Prevalência da DM em Portugal, 2015 por sexo e escalão etário (%).....	29
Figura 5 - Causas de morte mais frequentes em Portugal, 2014	29
Figura 6 – Complicações associadas à DM	31
Figura 7 - Componentes fundamentais no controlo da DM	33
Figura 8 – Descrição das características dos pacientes e da doença usados para determinar alvos ótimos de hemoglobina glicada.....	35
Figura 9 - Terapia para o controlo glicémico na DMT2: recomendações gerais	38
Figura 10 - Locais para administração subcutânea da insulina	39
Figura 11 - Protocolo HIIT Francois, M. & Little, J.....	43
Figura 12 - Valores médios mensais de hemoglobina glicada durante um ano de intervenção	47
Figura 13 - Colocação dos elétrodos da bioimpedância elétrica	54
Figura 14 - Posição assumida durante a avaliação do DXA.....	55
Figura 15 - Posição assumida para a avaliação de leg press.....	56
Figura 16 - Posição assumida para a avaliação do supino unilateral	56
Figura 17 - Posição assumida no teste de força de preensão manual	57
Figura 18 - Colocação correta do acelerómetro	59
Figura 19 - Distribuição aleatória da amostra.....	60
Figura 20 - Exercício lat pulldown	62
Figura 21 - Exercício chest press.....	63
Figura 22 - Exercício leg press	63
Figura 23 - Exercício remada baixa	64
Figura 24 - Exercício lunge	64
Figura 25 - Exercício shoulder press.....	65
Figura 26 - Exercício prancha	65
Figura 27 - Entrada do edifício da Escola da Diabetes.....	67
Figura 28 - Ginásio da Escola da Diabetes	67
Figura 29 - Timeline da intervenção relativa aos participantes acompanhados no projeto D2fit	72
Figura 30 - Elevação passiva assistida do ombro	74
Figura 31 - Elevação lateral e anterior dos membros superiores	75

Figura 32 - Percentagem de participantes nas diferentes categorias do IMC nos 3 momentos de avaliação	83
Figura 33 - Percentagem de participantes masculinos nas diferentes categorias do perímetro da cintura nos 3 momentos de avaliação	84
Figura 34 - Percentagem de participantes femininos nas diferentes categorias do perímetro da cintura nos 3 momentos de avaliação	85
Figura 35 - Percentagem de participantes nas diferentes categorias da pressão arterial sistólica nos 3 momentos de avaliação	85
Figura 36 - Percentagem de participantes nas diferentes categorias da pressão arterial diastólica nos 3 momentos de avaliação	86
Figura 37 - Percentagem de participantes que cumpre ou não as recomendações de atividade física pelo menos de intensidade moderada nos 3 momentos de avaliação	87
Figura 38 - Percentagem de participantes nas diferentes categorias do tempo despendido em comportamento sedentário nos 3 momentos de avaliação	88
Figura 39 - Percentagem de participantes nas diferentes categorias de HbA1c nos 3 momentos de avaliação	88
Figura 40 - Evolução entre o período de pré-intervenção e pós-intervenção na variável de atividade física leve.....	91
Figura 41 - Evolução entre o momento inicial e pré-intervenção na variável de atividade física moderada a vigorosa	93

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Fatores de risco para o aparecimento da DMT2	20
Tabela 2 - Critérios de diagnóstico da DM	24
Tabela 3 - Equivalência entre os valores de HbA1c e de glicose plasmática	25
Tabela 4 - Fatores de risco pré-diabéticos e em adultos assintomáticos.....	26
Tabela 5 - Critérios de diagnóstico da pré-diabetes	27
Tabela 6 - Metas glicêmicas recomendadas para a população adulta com DM	34
Tabela 7 - Valores de referência por gênero no risco de complicações metabólicas...	53
Tabela 8 - Descrição do protocolo de Bruce	58
Tabela 9 - Horário de Estágio de Setembro de 2015 a Janeiro de 2016	76
Tabela 10 - Horário de Estágio de Fevereiro a Julho de 2016	77
Tabela 11 - Características dos participantes no momento inicial.....	81
Tabela 12 - Características dos participantes no período pré-intervenção.....	82
Tabela 13 - Comparação entre grupos no período pré-intervenção – pós-intervenção relativamente às variáveis de estudo	90
Tabela 14 - Comparação entre grupos no período momento inicial – pré-intervenção relativamente às variáveis de estudo	92

Lista de Abreviaturas e Siglas

ADA – American Diabetes Association

APDP – Associação Protetora dos Diabéticos de Portugal

DCV – Doenças Cardiovasculares

DM – Diabetes Mellitus

DMT2 – Diabetes Mellitus do Tipo 2

DXA – Densitometria de Radiológica de Dupla Energia

EASD - European Association for the Study of Diabetes

FC_{res} – Frequência Cardíaca de Reserva

FMH – Faculdade de Motricidade Humana

HbA1c – Hemoglobina Glicada

IDF – International Diabetes Federation

IMC – Índice de Massa Corporal

MG – Massa Isenta de Gordura

MIG – Massa Gorda

OMS – Organização Mundial de Saúde

PTGO – Prova de Tolerância à Glicose Oral

RM – Repetição Máxima

TCMI – Treino Contínuo de Moderada Intensidade

TIAI – Treino Intervalado de Alta Intensidade

VO_{2máx} – Consumo Máximo de Oxigénio

I. Introdução

O presente relatório de estágio surge no âmbito do Mestrado de Exercício e Saúde, Ramo de Aprofundamento de Competências Profissionais da Faculdade de Motricidade Humana (FMH). Pretendo com a sua elaboração, descrever e refletir o percurso formativo ao longo de todo o período de estágio.

Integrado num projeto de investigação, denominado de “Projeto D2fit”, o estágio iniciou-se no mês de Setembro de 2015, tendo terminado precisamente no dia 7 de Julho de 2016. O estágio teve lugar na FMH e na Escola de Diabetes, instituição pertencente à Associação Protetora dos Diabéticos de Portugal (APDP), tendo como a população alvo pessoas adultas com Diabetes Mellitus do tipo 2 (DMT2). A singularidade deste projeto possibilitou-me a oportunidade de acompanhar e atuar ao nível da população com DMT2, cuja incidência e prevalência têm vindo a aumentar ao longo dos últimos anos, e ainda, de trabalhar com protocolos de exercício de intensidades mais elevadas, cuja investigação é relativamente recente e uma área científica atualmente em expansão.

Pelo impacto social e económico que tem causado, em termos de mortalidade, morbilidade e também ao nível de custos médicos, a Diabetes Mellitus (DM) é reconhecida mundialmente como um problema sério de saúde pública. Desta forma, os governos a nível mundial declararam a DM como uma das doenças não-transmissíveis prioritárias e concordaram em agir de forma urgente sobre a sua prevenção e tratamento (World Health Organization, 2016). É uma doença metabólica crónica que requer um acompanhamento médico contínuo através de estratégias que reduzam os riscos multifatoriais. A educação e o suporte são as bases que permitem que estas pessoas consigam ser autónomas na prevenção de complicações agudas e na redução do risco para complicações a longo prazo (American Diabetes Association, 2017).

O estágio teve como objetivo geral integrar um programa de exercício físico direcionado essencialmente para o controlo glicémico de pessoas com DMT2. Os objetivos específicos consistiram na aprendizagem de conteúdos teóricos e práticos sobre a patologia; avaliação objetiva da população em causa; aquisição de competências teóricas e práticas de prescrição de exercício na DM.

O relatório de estágio divide-se em vários capítulos com início na presente introdução. De seguida, será apresentado o enquadramento teórico, através da identificação dos temas mais relevantes para o seu equacionamento, como a fisiopatologia, os fatores de risco, a sintomatologia, os critérios de diagnóstico, a prevalência, as complicações a curto e longo prazo, o tratamento e o papel do exercício

na DM. O terceiro capítulo caracteriza as entidades de acolhimento do estágio, dando um foco especial ao projeto D2fit. O capítulo seguinte aborda de forma detalhada as atividades de estágio, com a descrição do programa de intervenção e de todas as tarefas realizadas em cada fase. Posteriormente são apresentados os resultados, acompanhados de uma discussão dos mesmos e por fim as conclusões do trabalho realizado, expectativas e perspectivas de futuro, bem como toda a bibliografia utilizada como apoio para a realização do presente documento.

II. Enquadramento Teórico

2.1. Diabetes mellitus

A DM define-se como uma doença metabólica de etiologia múltipla, caracterizada por uma hiperglicémia, resultante de deficiências na secreção de insulina através do pâncreas, na sua ação no organismo ou ambas. Esta hiperglicémia, originada por perturbações no metabolismo dos hidratos de carbono, proteínas e lípidos pode levar a complicações a longo prazo, danos e falência de vários órgãos, especialmente dos rins, olhos, nervos, coração e vasos sanguíneos. Atualmente, sabe-se que há diversos processos patogénicos que aparecem envolvidos no desenvolvimento da patologia, que podem ir desde a destruição autoimune das células pancreáticas β até anomalias que resultam na resistência à ação da insulina. Estas anomalias presentes no metabolismo baseiam-se na ação insuficiente da insulina nos tecidos alvo através da secreção inadequada da insulina e/ou da diminuição da resposta dos tecidos a esta hormona. A deficiência na secreção e a resistência à ação da insulina coexistem normalmente no mesmo paciente, sendo que muitas vezes não é claro qual delas é a causa primária da hiperglicémia (American Diabetes Association, 2017).

Em relação à sua classificação, a DM pode-se dividir em diversas categorias (American Diabetes Association, 2017):

- DM tipo 1: anteriormente denominada de “diabetes insulino-dependente” ou “diabetes juvenil”, corresponde a cerca de 5-10% do total de casos da DM e ocorre devido à progressiva destruição autoimune das células β , levando a uma deficiência insulínica.
- DMT2: resulta de uma perda progressiva da secreção de insulina pelas células β , normalmente acompanhada por uma resistência à insulina.
- DM Gestacional: tipo de DM diagnosticada durante o segundo ou terceiro trimestre da gravidez.
- Tipos específicos da DM devido a outras causas como: síndromes monogénicas de diabetes (tal como diabetes neonatal), doenças do pâncreas exócrino (tal como fibrose cística) e diabetes induzida por fármacos ou químicos.

2.2. Fisiopatologia da diabetes mellitus tipo 2

A DMT2, anteriormente denominada como “diabetes do adulto” representa cerca de 90-95% do total de casos da diabetes, abrange pessoas que apresentam resistência à insulina e normalmente relativa insuficiência ao nível da secreção de insulina. É uma doença crónica cada vez mais frequente, que atinge ambos os sexos e todas as idades,

sendo que a sua prevalência tem uma grande correlação com o aumento da idade (principalmente após os 45 anos). Pode ser assintomática, ou seja, frequentemente não é diagnosticada durante alguns anos, porque a hiperglicemia desenvolve-se gradualmente e nas fases iniciais as consequências não são graves o suficiente para que se note algum dos sintomas clássicos da DM. Tal como indicado na Figura 1, a DMT2 aparece habitualmente associada a predisposição genética e principalmente à obesidade que, por si só, pode causar resistência à insulina (American Diabetes Association, 2017). A ingestão excessiva de nutrientes, incluindo glicose e ácidos gordos, leva ao stress dos ilhéus pancreáticos de Langerhans e dos tecidos sensíveis à insulina, como o tecido adiposo e o pâncreas (Donath & Shoelson, 2011). Como consequência da obesidade, no tecido adiposo ocorre a infiltração de macrófagos (O'Rourke et al., 2011). Embora tenha sido demonstrado que o aumento dos adipócitos leva à produção de citocinas inflamatórias (fator de necrose tumoral α , interleucina 1 β e interleucina 6) e quimioquinas (Skurk, Alberti-Huber, Herder, & Hauner, 2007), a infiltração de macrófagos no tecido adiposo também parece ser importante no que diz respeito à produção de citocinas inflamatórias derivadas deste tecido, correlacionando-se assim com a resistência à insulina (Esser, Legrand-Poels, Piette, Scheen, & Paquot, 2014). Se a resistência à insulina está presente, as células β aumentam a produção de insulina com o intuito de manter a normalidade da tolerância à glicose. No entanto, se as células β forem incapazes de executar esta tarefa de forma eficaz, as concentrações plasmáticas de glicose aumentam (Kahn, Cooper, & Del Prato, 2014).

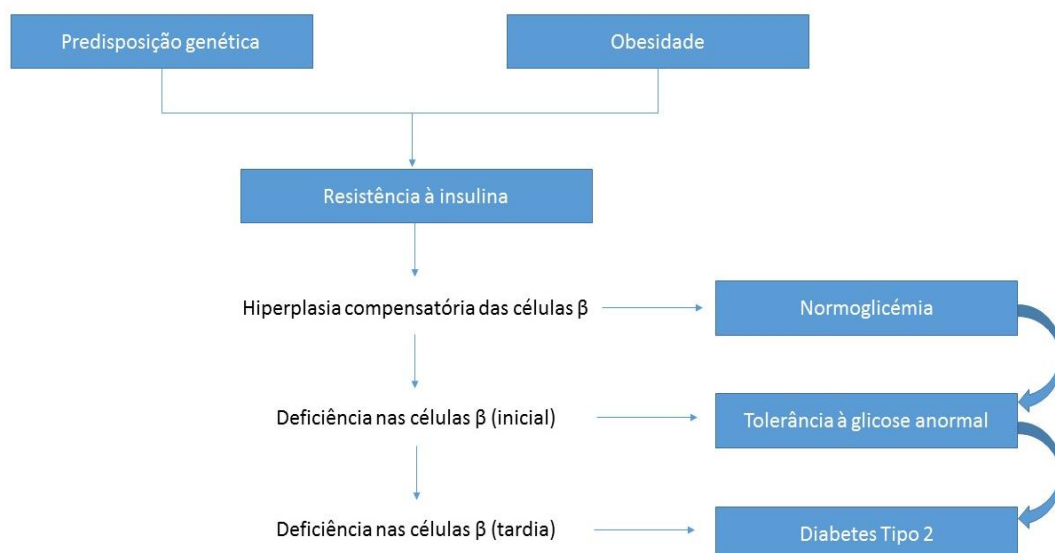


Figura 1 - Fisiopatologia da DMT2

Adaptado de – Donath & Shoelson, “Type 2 Diabetes as an inflammatory disease”, “*Nature Reviews*”, Vol. 11, pp. 98-107, 2011.

A progressão da resistência à insulina derivada à obesidade para a DMT2 está relacionada com processos inflamatórios nas células β dos ilhéus secretores de insulina no pâncreas, para compensar a resistência à insulina, conduzindo a um estado de hiperglicemia crônica. Uma diminuição na captação de glicose estimulada pela insulina (aumento da resistência à insulina) leva a que os ilhéus pancreáticos aumentem a sua massa celular e a atividade secretória de insulina. Porém, quando a hiperplasia das células pancreáticas β não consegue compensar o nível de resistência à insulina, desenvolve-se uma deficiência na produção de insulina e consequentemente o DMT2. Pode-se afirmar que o aparecimento da doença e a sua progressão são abundantemente determinados pela falha progressiva das células β em produzir quantidade suficiente de insulina (Donath & Shoelson, 2011). Têm sido vários os mecanismos fisiopatológicos descritos para explicar a insuficiente secreção de insulina e função das células β na DMT2, nomeadamente a glucotoxicidade, a lipotoxicidade, o stress oxidativo, o stress do retículo endoplasmático e o depósito de amiloide (Donath & Shoelson, 2011). Começando pela glucotoxicidade, sabe-se que pequenas alterações na concentração de glicose são tóxicas para as células β (Weir & Bonner-Weir, 2004), resultando na sua apoptose celular (Donath, Gross, Cerasi, & Kaiser, 1999). Semelhante à glicose, apresenta-se a lipotoxicidade, em que os níveis de ácidos gordos de cadeia longa no plasma são maiores em estado de resistência à insulina, levando à redução da função secretora das células β (Reaven, Hollenbeck, Jeng, Wu, & Chen, 1988; Walker et al., 1996), induzindo a sua apoptose (Maedler, Oberholzer, Bucher, Spinas, & Donath, 2003; Maedler et al., 2001) e aumentando o estado de resistência à insulina (Unger, 1995). Outro mecanismo responsável pelo desenvolvimento da resistência à insulina é o stress oxidativo. A glicólise leva à produção de espécies reativas de oxigénio (Poitout & Robertson, 2008) e as células β , por possuírem níveis mais baixos de enzimas antioxidantes ficam especialmente vulneráveis ao stress oxidativo, estando este na base do desenvolvimento da resistência à insulina (Evans, Goldfine, Maddux, & Grodsky, 2002, 2003). Já relativamente ao stress do retículo endoplasmático, verifica-se que as células β aumentam a produção de insulina como resposta à resistência à insulina. Como o fluxo de proteínas libertado pelo retículo endoplasmático das células β é bastante elevado, dá-se a alteração da sua homeostasia e comprometimento do seu funcionamento, acabando por elevar o estado de stress (Araki, Oyadomari, & Mori, 2003; H. P. Harding & Ron, 2002; Izumi et al., 2003). Por último, os depósitos de amiloide nos ilhéus são encontrados nos pacientes com DMT2, contudo é incerto se é uma causa ou consequência das falhas das células β (Zraika et al., 2010).

2.3. Fatores de risco para o aparecimento da diabetes mellitus tipo 2

A fisiopatologia DMT2, à semelhança de outras doenças crónicas, surge através da combinação de fatores genéticos e ambientais (Kaprio et al., 1992). Os fatores genéticos não são modificáveis, mas pode-se interferir e modificar o estilo de vida e embora se saiba que os genes que predispõem um indivíduo à DMT2 são essenciais no desenvolvimento da patologia, a ativação de uma predisposição genética requer a presença de fatores ambientais e comportamentais associados ao estilo de vida da população (Stumvoll, Goldstein, & van Haeften, 2005). O número de pessoas com DM tem vindo a aumentar substancialmente devido a fatores como o crescimento e envelhecimento da população e principalmente devido à prevalência de obesidade e inatividade física. O objetivo principal da prevenção passa por reduzir a incidência da doença, através do controlo dos fatores de risco que podem ser modificáveis, sendo que para tal é necessário conhecer a população e utilizar este conhecimento na criação de estratégias que reduzam o perfil de risco que possa existir em cada pessoa (Zimmet, Alberti, & Shaw, 2001). Os fatores de risco podem-se classificar em não-modificáveis e modificáveis, tal como apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Fatores de risco para o aparecimento da DMT2

Adaptado de – Alberti et al., “International Diabetes Federation: a consensus on type 2 diabetes prevention”, “*Diabetic Medicine*”, Vol. 24, pp. 451-563, 2007.

Fatores de risco para o aparecimento da diabetes mellitus tipo 2	
Fatores de risco não-modificáveis	Fatores de risco modificáveis
História familiar de DMT2	Excesso de peso e obesidade
Idade	Sedentarismo
Etnicidade	Fatores nutricionais
Género	Medicação
Historial de diabetes gestacional	Hábitos tabágicos

Abreviaturas: DMT2, Diabetes Mellitus tipo 2.

2.3.1. Fatores de risco não-modificáveis

O termo “risco não-modificável” inclui um conjunto de elementos sobre o qual a pessoa não tem ação: hereditariedade, idade, género, etnicidade e presença prévia de diabetes gestacional (Alberti, Zimmet, & Shaw, 2007).

Começando pelo histórico familiar, a DMT2 está fortemente associada a uma predisposição genética, ou seja, esta desempenha um papel muito importante no desenvolvimento da DMT2, sendo facilmente encontrada em vários elementos da mesma família e principalmente em familiares diretos (Alberti et al., 2007). A *American*

Diabetes Association (2017) afirma que, numa pessoa com DMT2, a probabilidade dos seus filhos desenvolverem esta doença é de um em sete se o seu diagnóstico tiver ocorrido após os 50 anos de idade e de um em cada treze se tiver sido diagnosticada antes dessa idade. No caso de ambos os pais terem DM, a probabilidade da criança desenvolver a patologia aumenta para 50% (American Diabetes Association, 2017).

Como foi referido anteriormente, a prevalência de DMT2 também aumenta acentuadamente com a idade, sendo que, geralmente esse aumento ocorre após os 40 anos (Alberti et al., 2007).

No que diz respeito à DM gestacional, esta consiste em níveis elevados de glicose durante a gravidez e está associada a complicações durante esse período e logo após o nascimento. A tolerância à glicose geralmente volta ao normal após o parto, no entanto, estas mulheres e os seus filhos ficam expostos a um maior risco de desenvolver DMT2 no futuro (Alberti et al., 2007). Esse risco aumentado corresponde a uma probabilidade de 7 vezes superior de desenvolver DMT2, quando comparadas com mulheres com um histórico de gravidezes normoglicémicas (Bellamy, Casas, Hingorani, & Williams, 2009).

2.3.2. Fatores de risco modificáveis

O termo “risco modificável” refere-se a fatores que são suscetíveis de serem alterados pela própria pessoa como (Stumvoll et al., 2005):

- Obesidade.
- Sedentarismo e inatividade física.
- Dieta.
- Medicação.
- Hábitos tabágicos.

A obesidade é um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento da DMT2 (Chan, Rimm, Colditz, Stampfer, & Willett, 1994; Hu et al., 2001). O excesso de gordura corporal resultante de contínuos balanços energéticos positivos em que a quantidade de calorias consumidas é superior à quantidade de calorias despendidas é um dos principais fatores de risco modificáveis. A literatura sugere que um bom indicador no terreno para avaliar o risco de desenvolver DMT2 é o perímetro da cintura, ou seja, a quantidade de adiposidade na região abdominal, e um indicador de acumulação ectópica. Esta afirmação resulta da observação de que a gordura ectópica (localizada na região abdominal) está diretamente relacionada com diversas alterações metabólicas, mais concretamente, com a diminuição da tolerância à glicose e a redução da sensibilidade à insulina, que por sua vez são fatores que levam ao desenvolvimento

da DMT2 (Huxley, Mendis, Zheleznyakov, Reddy, & Chan, 2010). As tendências num estudo realizado pelo N. C. D. Risk Factor Collaboration (2016a), sugerem que a prevalência da obesidade aumentou de 3,2% em 1975 para 10,8% em 2014 em homens e de 6,4% para 14,9% em mulheres. Sendo assim, intervenções direcionadas para a redução da obesidade, vão influenciar automaticamente a incidência da DMT2. Essas intervenções devem ser aplicadas de base, de forma a moldar as escolhas das pessoas na adoção de hábitos mais saudáveis, principalmente no que à alimentação e atividade física diz respeito.

Nas últimas décadas os níveis de atividade física têm diminuído um pouco por todo o mundo, o que tem contribuído para o aumento global da obesidade, afetando por consequência a prevalência de DMT2 (Alberti et al., 2007). Recentemente, tem sido demonstrado que o comportamento sedentário aparece associado a hiperinsulinemia (Helmerhorst, Wijndaele, Brage, Wareham, & Ekelund, 2009) e ao aumento do risco de desenvolvimento de patologias como a DM (Rockette-Wagner et al., 2015), sendo considerado um fator de risco independente para a DMT2 e mortalidade prematura (Grontved & Hu, 2011; van der Ploeg, Chey, Korda, Banks, & Bauman, 2012).

No que diz respeito à intervenção nutricional, é um fator de risco fundamental no controlo da DMT2. A ingestão calórica em excesso, devido ao consumo excessivo de hidratos de carbono e gordura, típicos de hábitos de vida de países ocidentais, é um fator de risco para a obesidade e contribui para a atual epidemia da DMT2 em todo o mundo (Hu, 2011). Para além deste, outros fatores que parecem estar diretamente relacionados com a patologia são uma dieta com alta carga glicémica, uma baixa proporção de gordura polinsaturada a saturada e baixa ingestão de fibra alimentar, já que esta melhora o funcionamento intestinal, reduz a quantidade de alimentos ingeridos e retarda a absorção da glicose (Hu, 2011).

2.4. Sintomatologia

A sintomatologia que advém da hiperglicémia acentuada que conduz à DMT2 caracteriza-se fundamentalmente por visão turva, xerostomia (sensação de boca seca), sudação excessiva, fadiga constante, comichão no corpo, polidipsia (sede constante e intensa), polifagia (fome constante) e poliúria (produção de urina em excesso, acompanhado de um aumento da frequência urinária), (American Diabetes Association, 2017) tal como apresentado na Figura 2.



Figura 2 - Sintomas clássicos da hiperglicemia

Adaptado de – Portal da Diabetes.

Na maioria das vezes, estes sintomas não são considerados graves, podendo estar presente durante muito tempo uma hiperglicemia suficiente para causar alterações patológicas e funcionais, antes de ser feito o diagnóstico. No entanto, estes pacientes não diagnosticados ficam em maior risco de desenvolver complicações associadas à DM (American Diabetes Association, 2017).

2.5. Critérios de diagnóstico da diabetes mellitus

Durante muitos anos o diagnóstico da DM era realizado apenas com base em testes de glicose plasmática, através de dois métodos distintos: glicemia em jejum e glicemia 2 horas após uma prova de tolerância à glicose oral (PTGO) (American Diabetes Association, 2017). No entanto, em 2009, um Comitê Internacional de Especialistas da diabetes, que contou com a presença das maiores associações internacionais, incluindo a *American Diabetes Association* (ADA), *International Diabetes Federation* (IDF) e *European Association for the Study of Diabetes* (EASD), recomendou o uso prioritário do teste da hemoglobina glicada (HbA1c) no diagnóstico da DM (International Expert, 2009). Estes três testes referenciados são utilizados na detecção e diagnóstico da DM, sendo que a patologia pode ser identificada desde pessoas assintomáticas, com baixo risco que possam realizar ocasionalmente o teste de glicose até pessoas em alto risco que realizem o teste devido a suspeita de presença da doença.

Para além destas duas hipóteses, estes testes ainda identificam se a pessoa se encontra no estágio de pré-diabetes (American Diabetes Association, 2017). A Tabela 2 apresenta os critérios de diagnóstico para cada teste referenciado, sendo que para ser considerado um diagnóstico eficaz, apenas é necessário realizar um teste. Em qualquer um dos testes, na ausência de um valor inequívoco de hiperglicémia, o resultado deve ser sempre confirmado através da sua repetição (American Diabetes Association, 2017).

Tabela 2 - Critérios de diagnóstico da DM

Adaptado de – American Diabetes Association, “Standards of Medical Care”, “*Diabetes Care*”, Vol. 40, S1-S132, 2017.

Critérios de Diagnóstico da Diabetes Mellitus	
HbA1c $\geq 6,5\%$	
Glicémia de jejum ≥ 126 mg/dL (ou $\geq 7,0$ mmol/L).	
Jejum é definido como ausência de ingestão calórica pelo menos durante 8 horas anteriores ao teste	
Glicémia 2 horas após a PTGO ≥ 200 mg/dl (ou $\geq 11,1$ mmol/L).	
Este teste realiza-se com a ingestão de 75 g de glicose dissolvido em água	
Sintomas clássicos de hiperglicémia + glicémia ocasional ≥ 200 mg/dL (ou $\geq 11,1$ mmol/L).	

Abreviaturas: HbA1c, Hemoglobina glicada; PTGO, Prova de tolerância a glicose oral.

A Figura 3 apresenta os critérios para a DM com base nos níveis de glicémia apresentados em ambos os testes de glicose plasmática.

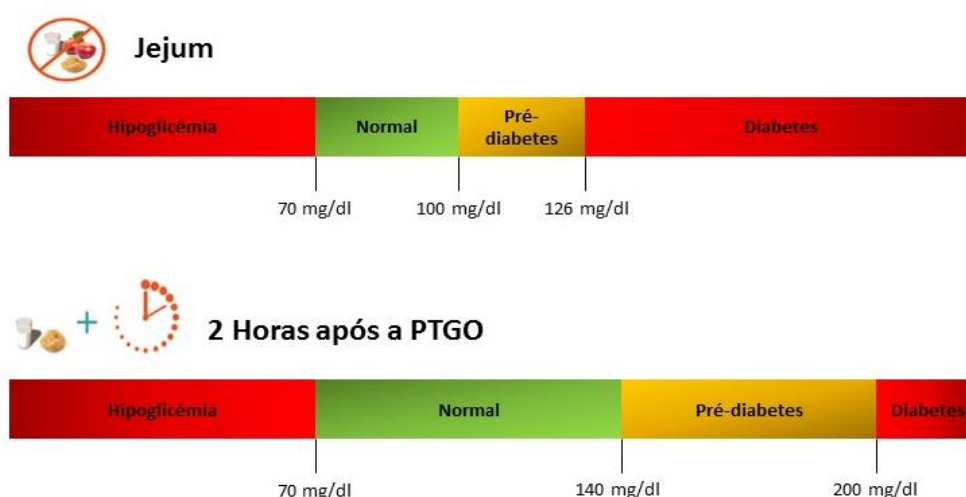


Figura 3 - Níveis de glicémia no sangue em jejum e 2 horas após PTGO

Adaptado de – Portal da Diabetes.

2.5.1. Hemoglobina glicada como critério de diagnóstico da diabetes mellitus

O teste de HbA1c como critério de diagnóstico da DM deve ser realizado utilizando um método que seja certificado pelo *National Glycohemoglobin Standardization Program* e padronizado para o ensaio de referência da *Diabetes Control and Complications Trial* (American Diabetes Association, 2017).

Este teste possui diversas vantagens em relação aos testes de medição da glicose plasmática, tanto em jejum como 2 horas após a PTGO, como ser mais conveniente (em que não é necessário jejum), apresentar maior estabilidade pré-analítica e representar a glicemia média dos últimos 2/3 meses e não apenas de um momento. Por outro lado, a HbA1c também apresenta desvantagens em relação aos restantes testes como apresentar um custo maior, ter limitada disponibilidade em certos países em desenvolvimento e haver uma correlação incompleta entre HbA1c e glicose média em certas pessoas. No entanto, é importante ter em conta fatores como a idade e a raça/etnicidade quando se considera usar este teste no diagnóstico da DM (American Diabetes Association, 2017). Relativamente à idade, estudos epidemiológicos que utilizaram o teste da HbA1c apenas incluíram adultos, o que impossibilita a extrapolação dos valores de corte no diagnóstico de crianças e adolescentes (Cowie et al., 2010; Nowicka et al., 2011). No que diz respeito à raça/etnicidade, foi identificado em alguns estudos que os valores de HbA1c podem variar consoante estes fatores (Kumar et al., 2010; Ziemer et al., 2010).

A Tabela 1 apresenta a equivalência entre os valores de HbA1c e de glicose plasmática, baseadas numa amostra de 507 adultos, incluindo 268 pacientes com DM tipo 1, 159 com DMT2 e 80 não-diabéticos, avaliados ao longo de 3 meses, contabilizando cerca de 2700 medições à HbA1c (Nathan et al., 2008).

Tabela 3 - Equivalência entre os valores de HbA1c e de glicose plasmática

Adaptado de – Nathan et al., "Translating the A1C assay into estimated average glucose values", "Diabetes Care", Vol. 31, pp. 1473-1478, 2008.

Equivalência entre os valores de HbA1c e de glicose plasmática		
HbA1c (%)	Glicose Plasmática	
	mg/dL	mmol/L
5	97	5.4
6	126	7.0
7	154	8.6
8	183	10.2
9	212	11.8
10	240	13.4
11	269	14.9
12	298	16.5

Abreviaturas: HbA1c, Hemoglobina glicada.

2.5.2. Critérios para o aumento do risco de desenvolvimento da diabetes mellitus (Pré-diabetes)

A pré-diabetes é uma situação que antecede a DM e que serve de alerta para evitar a progressão da doença. É caracterizada por níveis de glicose no sangue acima do normal, mas abaixo dos limiares da DM, indicando um estado de risco aumentado para desenvolver futuramente a patologia (Tabak, Herder, Rathmann, Brunner, & Kivimaki, 2012). O alto risco de desenvolver a DM relaciona-se em função de duas situações distintas, a glicose plasmática em jejum anormal, definida até 6,9 mmol/L, e a tolerância à glicose plasmática, definida até 11 mmol/L ou uma combinação de ambas. A glicose plasmática em jejum e a tolerância à glicose plasmática devem então ser entendidas como fatores de risco para a DM e doenças cardiovasculares (DCV). Estas aparecem associadas à obesidade, dislipidemia com triglicéridos elevados e/ou baixo colesterol HDL e hipertensão (American Diabetes Association, 2017). A Tabela 4 apresenta os fatores de risco para a pré-diabetes em adultos assintomáticos.

Tabela 4 - Fatores de risco pré-diabéticos e em adultos assintomáticos

Adaptado de – American Diabetes Association, “Standards of Medical Care”, “*Diabetes Care*”, Vol. 40, S1-S132, 2017.

Fatores de risco pré-diabéticos em adultos assintomáticos
1. Os testes devem ser aplicados a todos os adultos em excesso de peso (índice de massa corporal > 25 kg/m² e com os seguintes fatores adicionais: <ul style="list-style-type: none">• Inatividade física;• Parente de primeiro grau com diabetes;• Raça/Etnicidade com elevado risco (afroamericana e latina por exemplo);• Mulheres que tiveram um filho com peso à nascença > 4 kg ou que lhe foi diagnosticado diabetes mellitus gestacional;• Hipertensão ≥ 140/90 mmHg;• Colesterol HDL < 35 mg/dL (0,90 mmol/L) e/ou triglicéridos > 250 mg/dL (2,82 mmol/L);• HbA1C ≥ 5,7%;• Outras condições clínicas associadas com a resistência à insulina (obesidade severa por exemplo);• Histórico de doenças cardiovasculares.
2. Para todos os pacientes, particularmente aqueles que têm excesso de peso ou obesidade, o teste deve começar aos 45 anos de idade.
3. Se os resultados forem normais, o teste deve ser repetido em intervalos mínimos de 3 anos, com consideração de testes mais frequentes dependendo dos resultados iniciais (aqueles que apresentaram pré-diabetes devem ser testados anualmente).

Abreviaturas: HDL, *High density lipoprotein*; HbA1c, Hemoglobina glicada.

O diagnóstico aplicado para a pré-diabetes é idêntico ao aplicado para a DM, ou seja, são utilizados os mesmos testes, apenas com a redução dos valores de corte, tal como apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 - Critérios de diagnóstico da pré-diabetes

Adaptado de – American Diabetes Association, “Standards of Medical Care”, “*Diabetes Care*”, Vol. 40, S1-S132, 2017.

Critérios de diagnóstico para a pré-diabetes
HbA1c: 5,7% - 6,4%
Glicémia de jejum: 100 mg/dL (5,6 mmol/L) – 125 mg/dL (6,9 mmol/L). Jejum é definido como ausência de ingestão calórica pelo menos durante 8 horas anteriores ao teste
Glicémia 2 horas após a PTGO: 140 mg/dL (7,8 mmol/L) – 199 mg/dL (11,0 mmol/L). Este teste realiza-se com a ingestão de 75 g de glicose dissolvido em água
Abreviaturas: HbA1c, Hemoglobina glicada; PTGO, Prova de tolerância a glicose oral.

Ambas as variáveis (nível de glicose plasmática e de HbA1c), foram testadas em diversos estudos prospectivos no sentido de prever a progressão da pré-diabetes para a DM e demonstraram uma associação forte e contínua. Numa revisão sistemática da literatura com 44203 pessoas distribuídas por 16 estudos de coorte, aqueles que possuíam um nível de HbA1c entre os 5,5% e os 6,0% apresentavam um risco aumentado de desenvolvimento da patologia (incidência de 9 a 25%). Relativamente ao nível de HbA1c entre os 6,0% e os 6,5%, o risco de desenvolver a DM já se situou entre os 25 e os 50% e com um risco relativo 20 vezes maior comparado com um nível de HbA1c de 5,0% (Zhang et al., 2010). Tendo em conta estas probabilidades, parece adequado considerar que o intervalo de HbA1c para a pré-diabetes se encontre entre os 5,7% e os 6,4%. Como tal, pessoas que se encontrem neste intervalo devem ser aconselhados sobre estratégias eficazes no sentido de reduzirem o risco e não desenvolverem a doença (American Diabetes Association, 2017), tendo em conta que anualmente, cerca de 5-10% das pessoas com pré-diabetes tornam-se diabéticos, embora esta taxa possa variar de acordo com as características de cada população (Forouhi, Luan, Hennings, & Wareham, 2007; Nathan et al., 2007) e que de acordo com um painel de especialistas da ADA, até 70% das pessoas com pré-diabetes acabará futuramente por desenvolver a patologia (Tabak et al., 2012).

2.6. Panorama da diabetes mellitus

2.6.1. Prevalência da diabetes mellitus

A DM é uma patologia que tem um grande impacto social e económico, nomeadamente no que diz respeito ao aumento da mortalidade, morbilidade e ao nível dos custos de saúde (Global Burden of Metabolic Risk Factors for Chronic Diseases, 2014; Seuring, Archangelidi, & Suhrcke, 2015). Sabendo que é uma das quatro doenças não-transmissíveis prioritárias relativamente à sua prevenção e controlo, é de extrema importância agir sobre os seus fatores de risco, através da alteração de hábitos de vida e de uma intervenção farmacológica eficaz. Essas intervenções devem incidir principalmente sobre a DMT2, visto que esta representa cerca de 90% do total de casos da DM (World Health Organization, 2016).

O número de adultos (> 18 anos) com DM a nível mundial aumentou de 108 milhões em 1980 para 422 milhões em 2014, sendo que 28,5% foi devido ao aumento da prevalência, 39,7% devido ao aumento da população e do seu envelhecimento e 31,8% devido à interação entre estes dois fatores (N. C. D. Risk Factor Collaboration, 2016b). Esse mesmo estudo indica que a estimativa global da prevalência foi de 4,7% em 1980 e 8,5% em 2014, devendo-se essencialmente ao acréscimo da prevalência do sexo masculino (4,3% em 1980 para 9,0% em 2014) em função do menor aumento no sexo feminino (5,0% em 1980 para 7,9% em 2014). No que diz respeito à mortalidade, anualmente morrem mais de 2 milhões de pessoas devido à DM ou às suas complicações, sejam estas macrovasculares ou microvasculares (Global Burden of Metabolic Risk Factors for Chronic Diseases, 2014), tornando-a na sétima maior causa de incapacidade em todo o mundo (Global Burden of Disease Study, 2015).

Relativamente à população portuguesa, com base no Observatório Nacional da Diabetes (2016), a prevalência estimada em 2015 em pessoas com idade compreendida entre os 20 e 79 anos foi 13,3%, ou seja, mais de 1 milhão de portugueses. Em termos de composição da taxa de prevalência, em 56% já havia sido diagnosticada a DM e em 44% (cerca de 440 mil) ainda não tinha sido diagnosticada. Nos últimos 10 anos, foram estimados cerca de 584 mil novos casos, ou seja, mais de metade do total de casos em Portugal, o que revela um aumento significativo da prevalência da patologia na atualidade. Relativamente à sua incidência, foram revelados entre 591 a 699 novos casos por cada 100 mil pessoas (Observatório Nacional da Diabetes, 2016).

A Figura 4 mostra de que forma o aparecimento da DMT2, influencia os números apresentados a partir do escalão etário correspondente (40-59 anos).

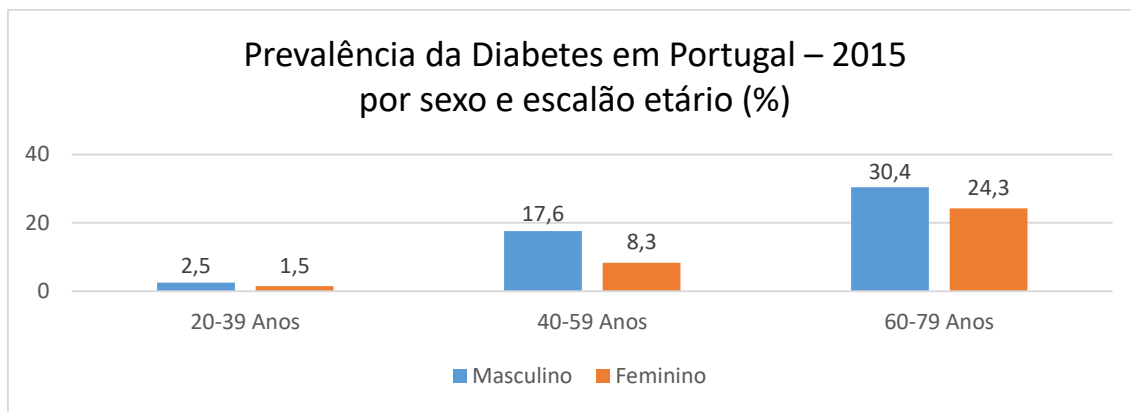


Figura 4 - Prevalência da DM em Portugal, 2015 por sexo e escalão etário (%)

Adaptado de – Observatório Nacional da Diabetes, “Diabetes: Factos e Números – O Ano de 2015”, “Relatório Anual do Observatório Nacional da Diabetes – Edição de 2016”, 8ª Edição, pp. 1-68, 2016.

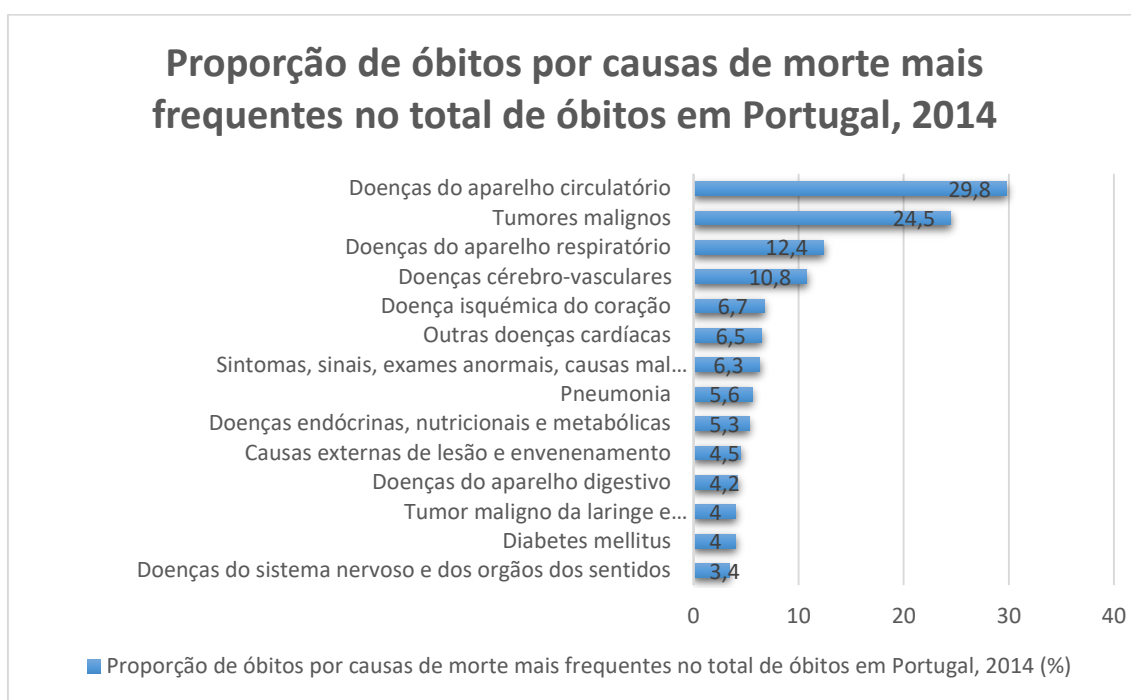


Figura 5 - Causas de morte mais frequentes em Portugal, 2014

Adaptado de – Instituto Nacional de Estatística, “Estatísticas de Saúde 2015”, Edição de 2017, pp. 1-284, 2017.

Analisando a Figura 5, pode-se afirmar que a DM tem assumido um papel significativo nas causas de morte em Portugal, estando na origem de 4,0% das mortes ocorridas em 2014. No conjunto das doenças endócrinas, nutricionais e metabólicas, a DM, com 4406 óbitos, foi a causa com maior número de mortes. Esta atingiu principalmente as mulheres, registando-se uma relação de 76,5 óbitos homens por cada 100 mulheres (Instituto Nacional de Estatística, 2017).

2.6.2. Impacto económico da diabetes mellitus

Para além do efeito adverso na saúde das pessoas, a DM impõe também um pesado impacto económico sobre os indivíduos afetados e sobre os sistemas de saúde. Este impacto pode ser medido através de custos médicos diretos, relacionados com a prevenção e tratamento da patologia, ou seja, medicamentos, hospitalização e ambulatório e custos indiretos, que estão associados à perda de produtividade, incapacidade e morte prematura (World Health Organization, 2016). Em 2013, os custos diretos na saúde na DM foram de 10,8% do total de despesas de saúde a nível mundial, sendo totalizados num custo global de cerca de 486 biliões de euros. O número previsto para 2035 é de 556 biliões de euros. Sendo assim, os gastos anuais em custos médicos diretos foram estimados em média como 1 275 euros por pessoa (International Diabetes Federation, 2013).

No que diz respeito aos números em Portugal, em 2015, esta doença representou um custo direto estimado entre 1 300 e 1 550 milhões de euros, o que revela um valor médio gasto de 1 893 euros por pessoa. Considerando apenas a população com diabetes (20-79 anos) diagnosticada em 2014, o custo total revelou-se em 1 084 milhões de euros (Observatório Nacional da Diabetes, 2016).

2.7. Complicações da diabetes mellitus

As pessoas com DM têm um maior risco de desenvolver complicações a longo-prazo ao nível da saúde que podem ter um grande impacto na qualidade de vida. Essas complicações são derivadas de uma persistência de elevados níveis de glicose no sangue, levando a lesões em diversos tecidos e órgãos, como o coração, rins, olhos e nervos periféricos. Desta forma, a DM é, atualmente, uma das principais causas de morte, estando associada a problemas como DCV, cegueira, insuficiência renal e amputação de membros inferiores, especialmente nos países desenvolvidos. No entanto, estas complicações podem ser retardadas através do controlo da glicémia, pressão arterial e lipídico. É necessário implementar um conjunto de estratégias com o objetivo de apoiar uma melhor gestão da DM, no sentido de detetar as suas complicações numa fase inicial da doença, para que o tratamento possa impedir o seu agravamento (Observatório Nacional da Diabetes, 2016). Na Figura 6 é possível observar as diversas complicações associadas à DM.

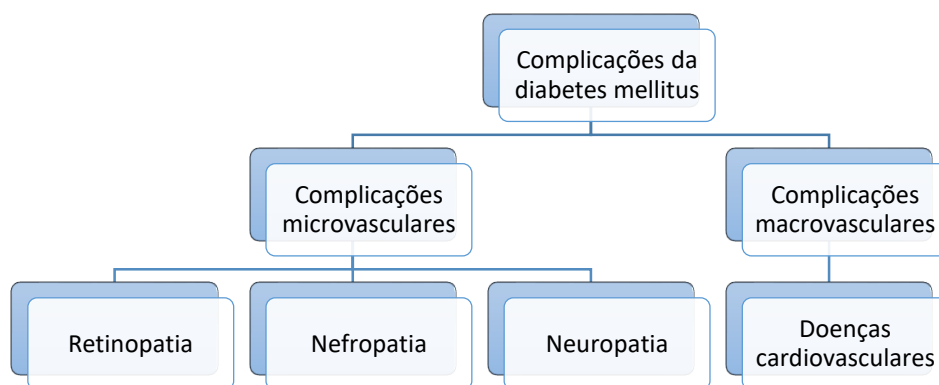


Figura 6 – Complicações associadas à DM

Adaptado de – Forbes, J. & Cooper, M., “Mechanisms of Diabetic Complications”, “*Physiol Rev*”, Vol. 93, pp. 137-188, 2013.

2.7.1. Complicações microvasculares

As complicações microvasculares provocam danos nos vasos sanguíneos de menor dimensão, como os capilares, sendo que o risco de se desenvolver qualquer uma destas complicações depende essencialmente da duração e gravidade da hiperglicémia (Cade, 2008).

A retinopatia diabética é a complicação mais comum na DM e que pode afetar a retina periférica, a mácula ou ambas, consistindo na principal causa de deficiência visual e cegueira em pessoas com DM (American Diabetes Association, 2017). A gravidade da retinopatia diabética pode variar de não-proliferativa para proliferativa, em que ocorre o crescimento anormal de novos vasos (S. Harding, 2003). A retinopatia pode iniciar o seu desenvolvimento até 7 anos antes do seu diagnóstico em pacientes com DMT2 (Fong, Aiello, Ferris, & Klein, 2004). A sua prevalência em 2010 foi de aproximadamente 93 milhões de pessoas, sendo que mais de 28 milhões de pessoas podiam estar na presença de etapas que iniciem a ameaça da visão (Yau et al., 2012). Só em Portugal, no ano de 2015, foram identificados cerca de 6 mil casos de retinopatia diabética, ou seja, 5% dos 113 mil utentes com DM que realizaram retinografias através de programas de rastreios da retinopatia (Observatório Nacional da Diabetes, 2016).

A nefropatia diabética caracteriza-se por alterações no funcionamento do rim com o aumento de outras complicações da DM, como DCV e pé diabético. É definida de acordo com o aumento da excreção urinária de albumina e divide-se em duas fases: microalbuminúria ($20 \mu\text{g/min} < \text{excreção urinária de albumina} \leq 199 \mu\text{g/min}$) e macroalbuminúria ($\text{excreção urinária de albumina} \geq 200 \mu\text{g/min}$) (Gross et al., 2005). A primeira manifestação de nefropatia é tipicamente a microalbuminúria, que progride para a macroalbuminúria e em casos mais severos para insuficiência renal, constituindo-se na principal causa de doença renal terminal (Brenner et al., 2001). O controlo da

pressão arterial, glicémia e perfil lipídico ajuda em grande parte na prevenção de nefropatias. Em Portugal, no ano de 2015, a prevalência da DM em pessoas com insuficiência renal crónica foi registada em 28,1% (Observatório Nacional da Diabetes, 2016).

A neuropatia diabética é definida como “a presença de sintomas e/ou sinais de disfunção do nervo periférico em pessoas com DM depois da exclusão de outras causas” (American Diabetes Association, 2017). A progressão desta complicação ocorre de um modo ascendente, isto é, inicialmente ocorre perda de sensibilidade e de reflexos motores nas extremidades dos membros inferiores e só depois é que se verificam os mesmos sintomas em áreas superiores do corpo, principalmente nas mãos. Este fenómeno ocorre devido ao facto de, na presença da DM, as fibras nervosas mais longas sofrem uma perda precoce da velocidade de condução nervosa com uma perda dos seus terminais nervosos (Forbes & Cooper, 2013). Podem ser afetadas diferentes partes do sistema nervoso, sendo que as neuropatias mais comuns são a polineuropatia periférica e neuropatia autónoma (American Diabetes Association, 2017). É importante que o seu diagnóstico seja feito precocemente, de forma que o tratamento seja adequado e iniciado no momento certo. Este diagnóstico é importante perante alguns fatores: neuropatia sem ligação à DM presente em pacientes com DM; até 50% dos casos de neuropatia periférica podem ser assintomáticos e os doentes ficam em risco de lesão impercetível nos pés; resultante da neuropatia diabética, mais de 80% das amputações ocorrem após úlceras ou lesões nos pés, logo a sua prevenção iria reduzir a incidência das mesmas; neuropatia autónoma pode envolver todos os sistemas do corpo e causa um maior risco de morbilidade e mortalidade (Pop-Busui et al., 2010; Spallone et al., 2011).

2.7.2. Complicações macrovasculares

No que diz respeito às complicações macrovasculares, estas provocam danos nos grandes vasos, como as veias e artérias (Cade, 2008). As DCV constituem-se como as causas mais comuns de morte e incapacidade em pessoas com DM, principalmente na DMT2, estimando-se que 70% da população mundial com DM irá morrer devido a DCV (acidentes vasculares cerebrais, doenças das artérias coronárias e doenças vasculares periféricas) (Laakso, 1999). O mecanismo patológico central nas complicações macrovasculares é o processo de aterosclerose, que leva à redução do lúmen arterial das principais artérias corporais.

A DMT2 constitui um fator de risco independente da DCV, sendo que a hipertensão, a hiperglicémia, a dislipidemia, a idade e a obesidade são fatores

adjacentes. Tem sido mostrada recentemente a eficácia da redução dos fatores de risco cardiovasculares na prevenção e retardamento desta doença (Cade, W. 2008).

2.8. Tratamento da diabetes mellitus tipo 2

De acordo com evidências recentes, apesar de não existir uma cura para a DMT2, há um tratamento eficaz, que envolve o aconselhamento médico e a adoção de estilos de vida mais saudáveis. Fundamentalmente, os objetivos do tratamento são: aliviar a sintomatologia da DM, prevenir as suas complicações a curto e a longo-prazo e melhorar a qualidade de vida do paciente. Ter a doença controlada significa que os níveis de glicémia no sangue estejam dentro de certos limites, próximo dos valores considerados normais para pessoas não-diabéticas. No entanto, nem sempre é fácil alcançar este objetivo, uma vez que a DM trata-se de uma doença metabólica dinâmica, ou seja, sujeita a variações ao longo do tempo que estão dependentes da alimentação, atividade física e medicação. Como apresentado na Figura 7, estes três elementos aparecem interligados e quando eficazmente utilizados, assumem uma importância fundamental no controlo da DM. Desta forma, o primeiro passo no tratamento da DMT2 é o mais importante e implica uma adoção para estilos de vida saudáveis, nomeadamente no que diz respeito à alimentação e à prática de exercício físico, com o principal objetivo de haver um controlo da glicémia ao longo do tempo, mantendo desta forma a DM controlada. Nos casos em que não é possível controlar completamente a doença, apesar da adoção de estilos mais saudáveis, é necessário introduzir a vertente da medicação (American Diabetes Association, 2017).

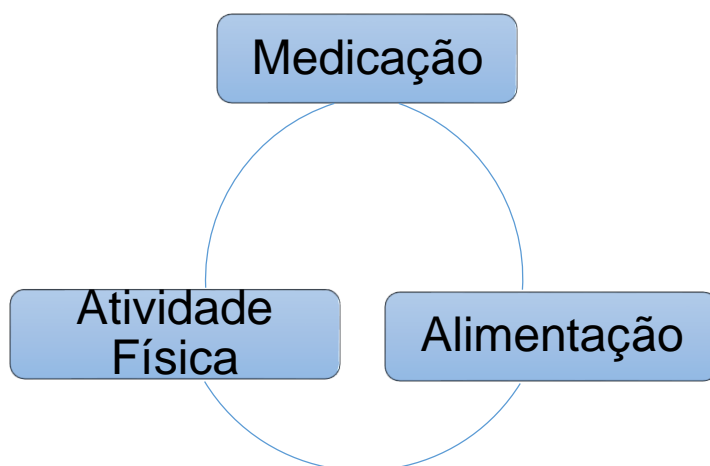


Figura 7 - Componentes fundamentais no controlo da DM

Adaptado de – American Diabetes Association, “Standards of Medical Care”, “*Diabetes Care*”, Vol. 40, S1-S132, 2017

A American Diabetes Association (2017) afirma que todo o plano de tratamento deve ser individualizado, resultando de um controlo contínuo entre o próprio paciente e a equipa de saúde multidisciplinar que o acompanha, no sentido de promover autonomia e autogestão no doente. Sendo assim, o plano terapêutico, para além do tratamento farmacológico, inclui diversos aspetos (American Diabetes Association, 2017):

- Automonitorização da glicémia – na maior parte das intervenções, é parte integrante do plano terapêutico. Tem como objetivo levar o próprio paciente a avaliar a sua resposta à terapia, verificando se as suas metas glicémicas estão a ser atingidas em função dos objetivos e a partir daí, adequar a alimentação, exercício físico e até a medicação. A frequência e o *timing* desta automonitorização deve ser realizada tendo em conta as necessidades e objetivos do paciente. Deve ser avaliada regularmente por profissionais de saúde, no que diz respeito à técnica e à capacidade de interpretar os valores, no sentido de ajustar o que for necessário. É também muito importante junto de pessoas que recorrem à insulinoaterapia para prevenir hipoglicémias e hiperglicémias assintomáticas (American Diabetes Association, 2017).
- Metas recomendadas para o controlo glicémico – Cada meta deve ser estabelecida de acordo com as necessidades individuais de cada paciente, com base nas suas preferências, necessidades e valores clínicos. A Tabela 6 apresenta as metas recomendadas para o controlo glicémico em pessoas com DM (à exceção das grávidas) (American Diabetes Association, 2017).

Tabela 6 - Metas glicémicas recomendadas para a população adulta com DM

Adaptado de – American Diabetes Association, “Standards of Medical Care”, “*Diabetes Care*”, Vol. 40, S1-S132, 2017

Metas glicémicas recomendadas para a população adulta com diabetes	
HbA1c	<7,0% (53 mmol/mol)
Glicose plasmática capilar pré-prandial	80–130 mg/dL (4.4–7.2 mmol/L)
Pico de glicose plasmática capilar pós-prandial	< 180 mg/dL (< 10.0 mmol/L)
A medição da glicose plasmática pós-prandial é adequada se as metas de HbA1c não forem cumpridas apesar de terem sido atingidas as metas relativas à glicose plasmática pré-prandial. A medição de glicose pós-prandial deve ser realizada 1-2 horas após o início da refeição, período com que normalmente ocorre o pico de glicose plasmática em pessoas com diabetes.	

Abreviaturas: HbA1c, Hemoglobina glicada.

A Figura 8 não representa uma regra a seguir de forma muito rígida mas sim uma estrutura de apoio geral direcionada para a tomada de boas decisões a nível clínico relativamente ao tratamento da DMT2 (Inzucchi et al., 2015). A figura apresentada em baixo mostra que as caraterísticas do paciente e da doença, mais para a esquerda justificam esforços mais rigorosos em comparação com a situação clínica da direita, no que diz respeito à diminuição da HbA1c.

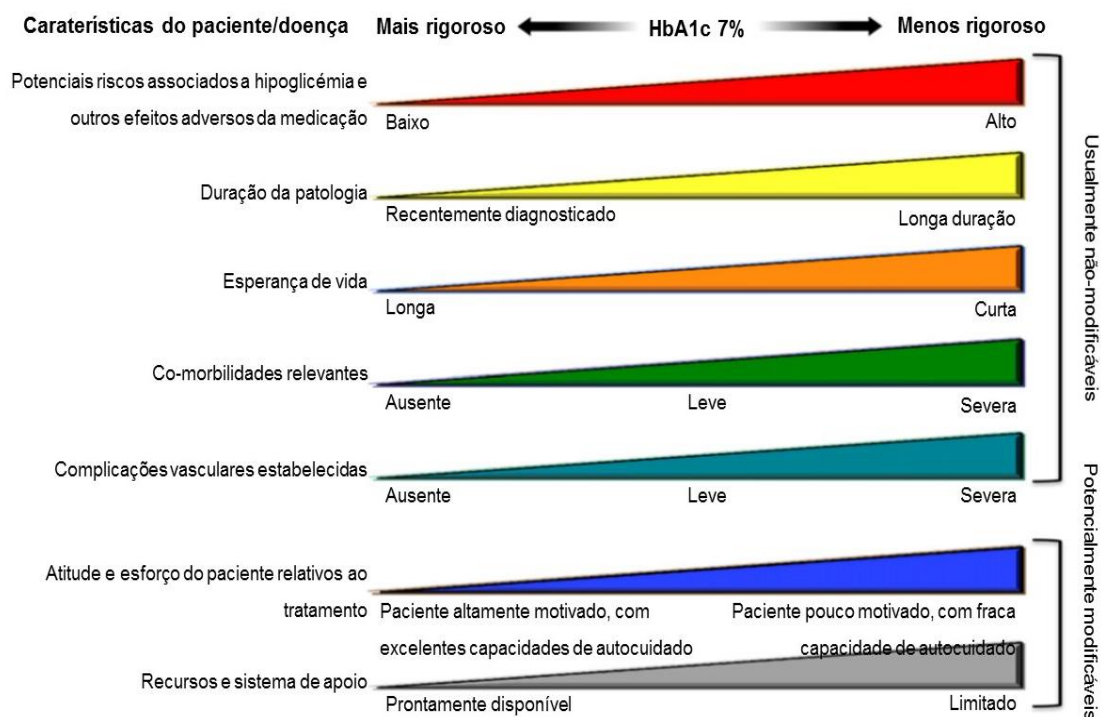


Figura 8 – Descrição das caraterísticas dos pacientes e da doença usados para determinar alvos ótimos de hemoglobina glicada

Adaptado de – American Diabetes Association, “Standards of Medical Care”, “*Diabetes Care*”, Vol. 40, S1-S132, 2017

- **Terapêutica nutricional** – É uma componente integrante do plano terapêutico, tal é a sua importância na prevenção e gestão da DM. É fundamental a instituição de um plano alimentar individualizado, de acordo com a avaliação nutricional do paciente e dos objetivos definidos por si e pela equipa de saúde que o acompanha, sendo importante que cada paciente seja ativo na educação e auto-gestão do seu plano (American Diabetes Association, 2017). A adoção de dietas hipocalóricas demonstrou ter um efeito regulador sobre a glicémia, sendo que a perda de peso pode melhorar a ação da insulina, diminuir a glicémia em jejum e reduzir a necessidade de medicação relativa a doença (Evert et al., 2013).
- **Evidência epidemiológica da atividade física** – A atividade física regular é uma parte importante no plano terapêutico da DM. Tem sido evidenciado que a

atividade física melhora o controle da glicose sanguínea, reduz os fatores de risco cardiovasculares, contribui para a perda de peso e melhora o bem-estar geral do paciente. Para além disso, quando é realizada de forma regular, pode prevenir a DM em pessoas que estejam em alto risco (L. Chen et al., 2015; Lin et al., 2015). Programas estruturados de intervenção no estilo de vida que incluíram atividade física de duração mínima correspondente a 150-175 min/semana e uma restrição energética alimentar visando a perda de peso de entre 5% a 7% demonstraram reduções de 40% a 70% no risco de desenvolver DMT2 em pessoas que apresentavam tolerância à glicose anormal (Church et al., 2010). No sentido de evitar agravar qualquer situação já existente (por exemplo a hipertensão), é necessário o paciente ser avaliado, preferencialmente por um fisiologista, antes de se iniciar qualquer tipo de exercício físico. A atividade física pode englobar atividade de lazer, de recreação ou até competição, sendo que a forma mais simples e conservadora de realizar atividade é caminhar. As recomendações gerais apontam para 150 min/semana de intensidade moderada ou 75 min/semana de intensidade vigorosa de atividade física aeróbia para adultos que consigam correr durante pelo menos 25 minutos a 9,7 km/h (Colberg et al., 2016). Para além do exercício aeróbio, deve-se incluir o treino de força, 2 ou 3 vezes por semana, idealmente 3, envolvendo os principais grupos musculares (Colberg et al., 2016).

- Prevenção e controlo das complicações da DM:

1. Fatores de risco cardiovascular:

- ✓ Controlo da tensão arterial – Como a hipertensão é um fator de risco *major* para a ocorrência de DCV e para complicações microvasculares da DM como retinopatia ou nefropatia, é necessário controlar de forma regular os valores da tensão arterial. A recomendação para pessoas com DM é que sejam tratados farmacologicamente quando apresentam valores superiores a 140 mmHg de pressão sistólica e/ou 90 mmHg de pressão diastólica (American Diabetes Association, 2017).

- ✓ Controlo dos valores lipídicos – Baixos níveis de colesterol LDL (*low density lipoprotein*) e de triglicéridos e altos níveis de colesterol HDL (*high density lipoprotein*) estão associados a uma redução do risco para a ocorrência de eventos cardiovasculares. Desta forma, os níveis recomendados para pessoas com DM são: colesterol LDL <100mg/dl; colesterol HDL > 40mg/dl; triglicéridos <150mg/dl (American Diabetes Association, 2017).

✓ Hábitos tabágicos – Sabendo da importância que o tabaco tem na saúde geral e, conseqüentemente, no desenvolvimento de DM2, a *American Diabetes Association* (2017) recomenda a completa cessação tabágica.

2. Complicações microvasculares.

Quando as mudanças no estilo de vida não são suficientes na manutenção dos níveis glicêmicos desejados, é necessário, adicionalmente, aceder a terapêutica farmacológica. A ADA e a AESD desenvolveram um documento (Inzucchi et al., 2015) atualizado acerca das recomendações, incluindo vantagens e desvantagens de cada agente hipoglicemiante para pessoas com DM2, que aparece representado na Figura 9. Este consiste numa abordagem centrada no paciente, enfatizando os potenciais efeitos de cada um. Essa abordagem considera que quando as mudanças de estilo de vida por si só não foram suficientes na obtenção das metas glicêmicas, a metformina deve ser adicionada como monoterapia, a menos que existam contra-indicações ou intolerância. A metformina tem uma boa base de evidência no que à eficácia e segurança diz respeito, é barata e pode reduzir o risco de eventos cardiovasculares (Holman, Paul, Bethel, Matthews, & Neil, 2008). O seu efeito predominante é reduzir a produção de glicose pelo fígado na presença de insulina. A ação da metformina pode levar a uma diminuição de até 1,5% do nível de HbA1c (Bailey & Turner, 1996; DeFronzo & Goodman, 1995). Para além disto, este medicamento apresenta benefícios no que diz respeito à redução do peso (Nathan et al., 2009).

Se a meta de HbA1c não for alcançada após aproximadamente 3 meses, deve-se dar preferência a uma terapia combinada, em que se combina a metformina com uma destas seis opções de agentes hipoglicemiantes: sulfonamidas, tiazolidinedionas ou glitazonas, inibidores de DPP-4, inibidores de SGLT2, agonistas do recetor de GLP-1 ou insulina basal. A escolha sobre qual fármaco se deve adotar nesta terapia baseia-se nas preferências do paciente, bem como nas características do mesmo e do fármaco, com o objetivo de reduzir os níveis de glicose no sangue, minimizando os efeitos secundários, especialmente a hipoglicémia. Para todos os pacientes, é aconselhável iniciar a terapêutica com uma combinação dupla quando o nível de HbA1c for $\geq 9,0\%$, no sentido de tentar atingir o mais rapidamente possível o nível de HbA1c alvo. Quando a hiperglicémia é considerada grave, deve-se dar primazia à insulina como parte de qualquer combinação pela eficácia que apresenta relativamente aos outros fármacos, especialmente se os sintomas da DM estão presentes ou qualquer característica catabólica (perda de peso, cetose) está em evidência (American Diabetes Association, 2017). Caso esta terapia não seja suficiente para atingir os resultados alvo desejados, deve-se iniciar a terapêutica combinada de insulina injetável, principalmente quando a

glicose no sangue for $\geq 300\text{-}350\text{ mg/dL}$ ($16.7\text{-}19.4\text{ mmol/L}$) e/ou o nível de HbA1c estiver $\geq 10,0\%$. À medida que a toxicidade da glicose do doente se resolve, o regime pode, potencialmente, ser posteriormente simplificado (American Diabetes Association, 2017).

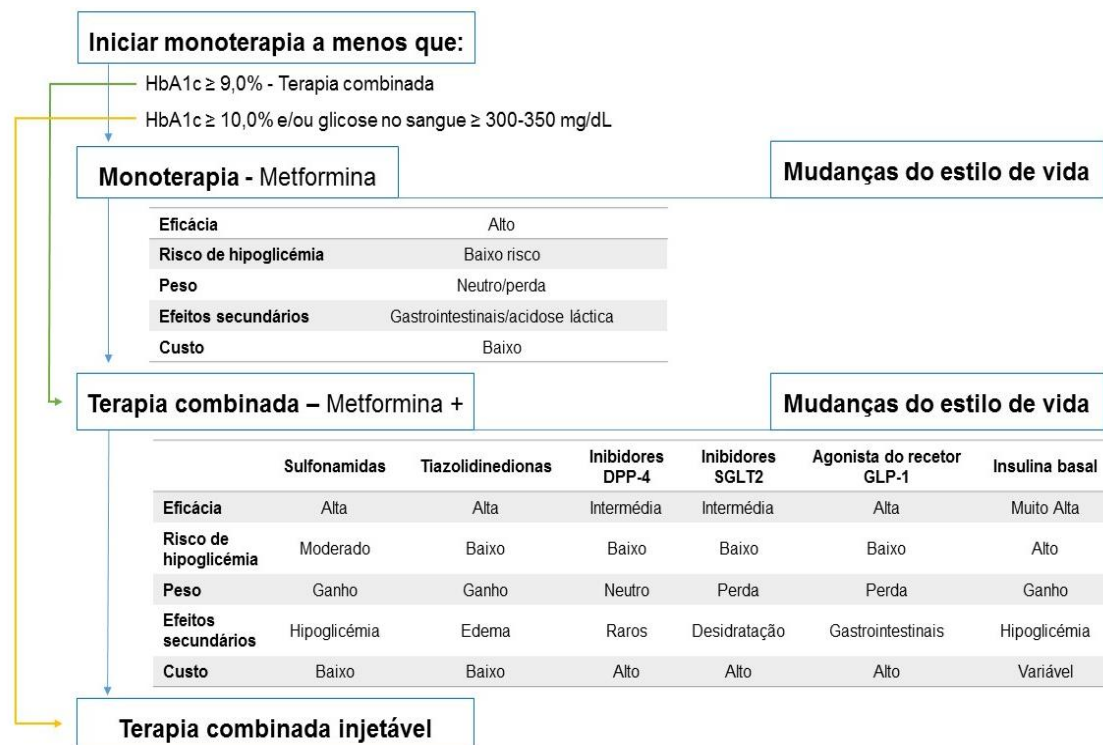


Figura 9 - Terapia para o controlo glicémico na DMT2: recomendações gerais

Adaptado de – American Diabetes Association, “Standards of Medical Care”, “*Diabetes Care*”, Vol. 40, S1-S132, 2017

Sabe-se que com o passar dos anos, o organismo vai perdendo a capacidade de produzir insulina e os antidiabéticos orais deixam de ser suficientes para controlar de forma efetiva a DM, sendo necessário adicionar um outro tratamento denominado insulino terapia. O objetivo geral da insulino terapia é controlar os picos hiperglicémicos após as refeições (Nathan et al., 2009). É a melhor opção no que diz respeito ao controlo da glicémia e quando é tomada segundo a prescrição médica, reduz ou eleva o seu nível para o objetivo traçado para esta terapia. Além disso, apresenta benefícios junto dos níveis de triglicéridos e colesterol HDL, no entanto, o início do tratamento surge associado a um aumento do peso corporal de cerca de 2 a 4 kg (American Diabetes Association, 2017). Tal como indicado na Figura 10, a sua injeção é subcutânea, sendo que os locais mais comuns para administrar a insulina são o abdómen e a coxa, mas a parte posterior dos braços e as nádegas também são áreas usadas com frequência. Estes locais são os melhores para injetar a insulina, pois o tecido adiposo subcutâneo tem um vantajoso efeito absorvente sobre a hormona.



Figura 10 - Locais para administração subcutânea da insulina

2.9. Exercício e diabetes mellitus tipo 2

O exercício desempenha um papel importante no que diz respeito à prevenção da DMT2, tanto a nível primário, atuando sobre os fatores de risco passíveis de modificação da doença, como secundário, através do diagnóstico precoce e do seu tratamento adequado (Colberg et al., 2010). O exercício, quando realizado de forma contínua e regular, apresenta melhorias na ação da insulina, na gestão dos níveis de glicémia, de pressão arterial e do colesterol, na redução da ocorrência de eventos cardiovasculares e na qualidade de vida do paciente a curto e a longo prazo (Colberg et al., 2010).

Diversos estudos prospetivos de coorte e transversais mostraram que o exercício regular está associado a uma redução do risco de desenvolver DMT2 (Knowler et al., 2002; Pan et al., 1997; Tuomilehto et al., 2001). No estudo conduzido por Pan et al. (1997) a redução do risco de desenvolver DMT2 foi de 31-46%, enquanto no estudo de Tuomilehto et al. (2001) e de Knowler et al. (2002) verificaram-se reduções na incidência na ordem dos 58%, tratando-se em todos eles de uma intervenção baseada em mudanças no estilo de vida, ao nível da dieta e do exercício. Mais recentemente, um estudo com intervenção de 4 anos baseado em alterações no estilo de vida, realizado por Look and Wing (2010) concluiu que alterações no exercício e na dieta podem levar à perda de peso a longo prazo e à melhoria da aptidão cardiorrespiratória, do controlo glicémico e da gestão dos fatores de risco para DCV e, por consequência, à redução do uso de fármacos e das despesas associadas ao tratamento da DMT2.

2.9.1. Treino aeróbio

O treino aeróbio consiste em movimentos rítmicos, repetidos e contínuos que envolvem os principais grupos musculares com uma duração superior a 10 minutos

(Sigal, Kenny, Wasserman, & Castaneda-Sceppa, 2004). Exemplos de exercícios aeróbios são as caminhadas, corridas, ciclismo e natação. Como referido anteriormente, adultos com DMT2 devem realizar no mínimo 150 min/semana de atividade aeróbia de intensidade moderada (40-60% do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max})) ou 75 min/semana de atividade aeróbia de intensidade vigorosa, com uma duração mínima de 25 minutos seguidos a uma velocidade de 9,7 km/h ($> 60\% VO_{2máx}$), com uma frequência de 3 dias por semana (Colberg et al., 2016), separados no máximo por 3 dias de intervalo, pois os efeitos de uma só sessão aeróbia na sensibilidade à insulina e no aumento da tolerância à glicose podem-se prolongar até 24-72 horas dependendo da duração e da intensidade do exercício (Boule et al., 2005; Cartee et al., 1989; Garcia-Roves et al., 2003; King et al., 1995). O treino aeróbio, especificamente, provoca um aumento da captação de glicose por parte dos músculos superior à produção de glicogênio hepático, ou seja, há uma diminuição da glicemia no sangue, contrariando desta forma, as hiperglicémias constantes que advêm da DM (Colberg et al., 2010).

O exercício aeróbio pode ser executado utilizando diversos métodos, nomeadamente, o treino contínuo de moderada intensidade (TCMI) e o treino intervalado de alta intensidade (TIAI), ambos usados no projeto D2Fit.

2.9.1.1. **Marcha**

A marcha define-se como a atividade de andar a pé com o objetivo de realizar exercício físico ou simplesmente pelo prazer de caminhar. É uma das atividades mais comuns de prática de exercício, principalmente nas mulheres (Weinstein et al., 2004), tendo em conta que pode ser realizada com segurança por uma grande parte da população, devido ao baixo risco de consequências negativas que podem ocorrer em função da mesma. Para além disto, é também uma atividade com grande facilidade de manipulação de intensidade, através do ritmo da caminhada (mais lento ou mais rápido) ou simplesmente pela variação da inclinação (subidas e descidas).

Pequenos e exequíveis aumentos da quantidade de atividade física, neste caso na marcha, podem ter um grande impacto na saúde da população com DMT2 (Di Loreto et al., 2005). Neste estudo, os pacientes receberam um aconselhamento para aumentar a atividade física em pelo menos 10 MET horas/semana. No fim da intervenção, os autores encontraram benefícios significativos para a saúde através dessas recomendações, sugerindo que estas deviam ser o aumento mínimo de atividade física no sentido de alcançar tais benefícios em pessoas sedentárias com DMT2. Este estudo revelou ainda uma forte correlação entre o aumento dos benefícios associados à saúde e o aumento da atividade física até um nível máximo entre 21 e 30 MET horas/semana.

Desta forma, foi recomendado 27 MET h/semana como o valor alvo para pessoas sedentárias com DMT2 (Di Loreto et al., 2005).

2.9.1.2. Treino contínuo de moderada intensidade

Método de treino aeróbio, o TCMI caracteriza-se pela manutenção da intensidade durante todo o período de exercício que conduz a adaptações como a economia gestual e automatização do gesto, tolerância ao trabalho monótono e adaptação funcional dos sistemas orgânicos relacionados com o transporte de oxigénio. Este método de treino pode-se dividir em treino contínuo intensivo e extensivo. Seguindo a lógica do próprio nome, o intensivo apresenta uma intensidade superior (cerca de 80% do $VO_{2máx}$) e menor duração (20-30 minutos) comparativamente com o extensivo, que é caracterizado por uma intensidade mais baixa (45-65% do $VO_{2máx}$) e uma maior duração do exercício (30-90 minutos).

O TCMI leva a melhorias no controlo glicémico, composição corporal e na capacidade oxidativa do músculo-esquelético, tal como apresentado num estudo com 6 meses de intervenção em pessoas obesas com DMT2 (Hansen et al., 2009). Neste estudo observou-se uma redução média de 0,3% no nível de HbA1c quando comparado com o nível apresentado na pré-intervenção. Este decréscimo é relevante, uma vez que representa uma diminuição de 6% no risco de morte prematura e de 11% no risco de doença microvascular (Manley, 2003). Observaram-se melhorias também ao nível da composição corporal, nomeadamente um aumento na massa muscular e um declínio na massa gorda corporal na sequência da intervenção (Hansen et al., 2009). Estes resultados foram ao encontro de um estudo anterior conduzido por Bergman et al. (1999), que afirma que o exercício aeróbio de intensidade baixa a moderada é prescrito para maximizar a oxidação de gordura do músculo-esquelético e, assim, maximizar a perda de gordura. Pessoas em risco de desenvolver DM possuem uma baixa capacidade oxidativa do músculo-esquelético que tem sido associada à redução da capacidade oxidativa lipídica, levando a um maior risco de desenvolver obesidade e consequentemente DMT2 (Hansen et al., 2009).

No que diz respeito à eficiência entre diversas intensidades do exercício contínuo na obesidade abdominal e na tolerância à glicose, um estudo recente conduzido por Ross, Hudson, Stotz, and Lam (2015), interveio, especificamente, em 300 adultos obesos. Para avaliar a sua eficácia, a amostra foi dividida em 4 grupos de forma aleatória: grupo de controlo (sem realização de exercício); grupo com baixo volume e baixa intensidade de exercício (5 sessões semanais com um dispêndio energético de 180 e 300 kcal/sessão para mulheres e homens, respetivamente, a 50% do VO_{2pico});

grupo com alto volume e baixa intensidade de exercício (5 sessões semanais com um dispêndio energético de 360 e 600 kcal/sessão para mulheres e homens, respetivamente, a 50% do VO_{2pico}); grupo com alto volume e alta intensidade de exercício (5 sessões semanais com um dispêndio energético de 360 e 600 kcal/sessão para mulheres e homens, respetivamente, a 75% do VO_{2pico}). Todos os participantes dos três grupos de exercício, realizaram caminhadas/corridas em passadeira durante o tempo necessário para atingir a quantidade desejada de exercício (gasto de energia em quilocalorias por sessão, em relação ao VO_{2pico}) 5 vezes/semana durante 24 semanas. As principais variáveis de estudo consistiram no perímetro da cintura, que foi medido na borda superior da crista ilíaca no momento inicial, 8^a, 16^a e 24^a semanas (apenas para os grupos de exercício) e o nível de glicose sanguínea 2h após uma PTGO realizada 36 e 48 horas após a última sessão de exercício no momento inicial e na 16^a e 24^a semanas. Os resultados deste estudo sugerem que o exercício consistente com as recomendações atuais está associado a uma redução substancial (aproximadamente 4,5 cm) no perímetro da cintura, independentemente da intensidade do exercício, ou seja, que a redução no perímetro da cintura é semelhante quando se gasta a mesma quantidade de energia, quer seja durante 300 minutos/semana com intensidade moderada (marcha a 50% de intensidade) ou 200 minutos/semana com intensidade vigorosa (*jogging* a 75% de intensidade). Relativamente à tolerância à glicose, os resultados sugerem que os benefícios relativos à redução do nível de glicose 2 horas após a PTGO foi restrita ao grupo com maior intensidade de exercício, porém a sua importância clínica ainda não foi determinada (Ross et al., 2015).

2.9.1.3. Treino intervalado de alta intensidade

Atualmente, uma das barreiras principais apontadas pela maioria das pessoas para o não-cumprimento das recomendações gerais relativas à atividade física é a falta de tempo. No entanto, inovações na prescrição do exercício com um compromisso mínimo de tempo mostram benefícios e representam uma estratégia importante no incentivo à prática de atividade física e na redução do risco de aparecimento de doenças crónicas (Gibala & Little, 2010). Sendo assim, têm surgido evidências de que o TIAI induz diversas adaptações fisiológicas semelhantes ao TCMI, apesar de ter um menor volume de exercício e, conseqüentemente, menor tempo de comprometimento no treino (Gibala & McGee, 2008).

O TIAI é caracterizado pela alternância entre períodos de exercício vigorosos ($\geq 70\%$ da capacidade aeróbia máxima) e períodos de repouso ou recuperação ativa. Recentemente, têm sido desenvolvidos inúmeros protocolos, envolvendo diferenças ao

nível da intensidade e duração dos períodos de intensidade vigorosa e de recuperação (Francois & Little, 2015).

Inserido na prescrição em populações saudáveis, embora o TIAI possa provocar tonturas, fadiga severa e náuseas (Astorino et al., 2012; Richards et al., 2010), este, quando baseado no método de *Wingate* (períodos repetidos de 30 segundos a uma intensidade de 90% $VO_{2máx}$) é bem tolerado entre homens e mulheres quando realizado de forma recreativa (Astorino et al., 2012). Recentemente, estudos experimentais que utilizaram o protocolo de *Wingate*, registaram melhorias semelhantes na aptidão cardiorrespiratória, quando comparado com protocolos de exercício de maior duração (Burgomaster et al., 2008; Burgomaster, Hughes, Heigenhauser, Bradwell, & Gibala, 2005; Gibala & McGee, 2008; Kiviniemi et al., 2014). Transportando para o contexto clínico, o TIAI tem atraído a atenção das comunidades científicas para a sua capacidade em melhorar de forma sólida vários aspetos cardiometabólicos. Foram desenvolvidos inúmeros protocolos relativos a este método de treino na DMT2, que posteriormente se aplicaram em estudos de investigação, envolvendo diferentes níveis de intensidade e de volume de exercício (Francois & Little, 2015). Estes autores desenvolveram um protocolo que tem sido aceite e utilizado recentemente pela sua fiabilidade e eficiência, que envolve 10 períodos de 1 minuto a 90% da capacidade aeróbia máxima separados por períodos de 1 minuto de recuperação ativa, como representa a Figura 11. É importante salientar que a intensidade que se aplica nos períodos vigorosos do protocolo TIAI em questão é adaptada à capacidade cardiorrespiratória da pessoa que realiza o exercício. Sendo assim, este método de treino pode ser realizado por qualquer pessoa, pois é prescrito de forma direccionada às condições específicas do mesmo. (Francois & Little, 2015).

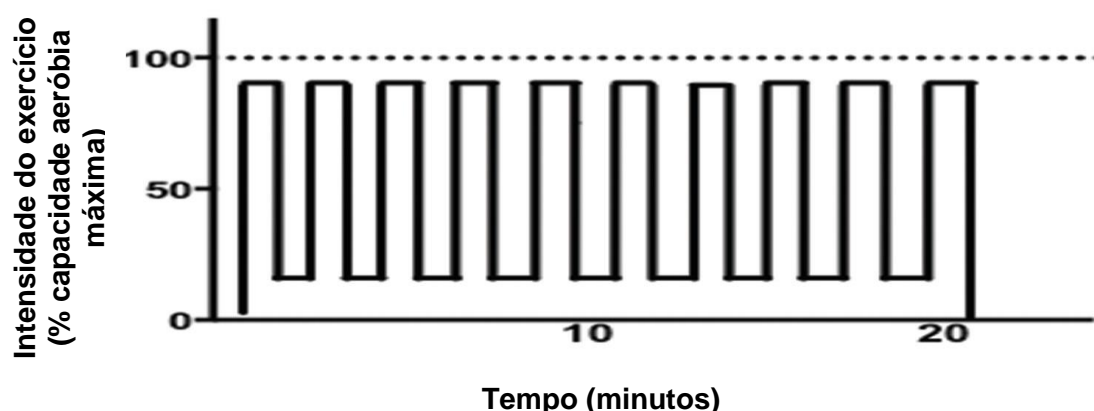


Figura 11 - Protocolo HIIT Francoise, M. & Little, J.

Adaptado de – Francoise, M. & Little, J., “*Effectiveness and Safety of High-Intensity Interval Training in Patients With Type 2 Diabetes*”, “*Diabetes Spectr*”, Vol.28, pp. 39-44, 2015.

Ao nível da afetividade, o método TIAI aparece normalmente associado a mais respostas negativas comparativamente com o TCMI (Hall, Ekkekakis, & Petruzzello, 2002; Kilpatrick, Kraemer, Bartholomew, Acevedo, & Jarreau, 2007; Parfitt, Rose, & Burgess, 2006; Richards et al., 2010). Um programa de exercício de 2 semanas (6 sessões de treino) aplicado a 26 pessoas sedentárias e saudáveis, mostrou que o TIAI aumentou a percepção subjetiva de esforço e da excitação e diminuiu a afetividade, tanto durante como após o exercício, de forma mais acentuada em comparação com o TCMI. O aumento dos sentimentos negativos decorrente do TIAI podem dificultar a adesão a hábitos de vida saudáveis no futuro ao nível do exercício, devendo por isso ser praticado com cuidado em pessoas sedentárias não motivadas para a prática, uma vez que esses mesmos sentimentos negativos podem limitar o seu envolvimento futuro na prática de exercício (Saaniyoki et al., 2015). Contudo, foi concluído também que o esforço, a excitação e a afetividade negativa tendem a diminuir ao longo do tempo em que é aplicado o programa de exercício a ambos os grupos de treino, o que indicia adaptações físicas e psicológicas ao mesmo (Saaniyoki et al., 2015).

Este método de treino tem vindo a ser utilizado com sucesso em pessoas com as mais diversas condições como doença coronária, insuficiência cardíaca, doença pulmonar obstrutiva crónica e síndrome metabólica (Kessler, Sisson, & Short, 2012) e mais recentemente, tornou-se um método viável no que diz respeito ao tratamento da DMT2, desde que seja controlado. A sua eficácia traduz-se pelos benefícios superiores a que conduz quando comparado com o TCMI, como a melhoria no controlo da glicémia (Karstoft et al., 2014), na aptidão cardiorrespiratória (Mitranun, Deerochanawong, Tanaka, & Suksom, 2014), na composição corporal (Karstoft et al., 2013), na função das células pancreáticas β (Madsen, Thorup, Overgaard, & Jeppesen, 2015) e na saúde cardiometabólica do músculo-esquelético (Little, Safdar, Bishop, Tarnopolsky, & Gibala, 2011).

A melhoria do controlo glicémico através do uso do método de TIAI comparativamente com o uso do TCMI foi explicada pelo aumento do índice de sensibilidade à insulina sem que ocorra um decréscimo compensatório na secreção de insulina, aumentando assim o índice de disposição (Karstoft et al., 2014).

No que diz respeito à aptidão cardiorrespiratória, Mitranun, W. et al. (2014), verificaram que os dois grupos de treino aumentaram o $VO_{2m\acute{a}x}$ (indicador importante da capacidade funcional), no entanto, a magnitude da melhoria foi significativamente maior no grupo TIAI em relação ao TCMI. Para além disso, as alterações na HbA1c foram associadas às correspondentes mudanças no $VO_{2m\acute{a}x}$. Assim, o TIAI parece ser uma estratégia eficaz no sentido de melhorar a aptidão cardiorrespiratória em pacientes com

DMT2 e também intervir no controlo glicémico pelos seus efeitos na capacidade aeróbia (Mitranun et al., 2014).

Relativamente à composição corporal, uma vez que a obesidade e a acumulação de tecido adiposo na zona abdominal são dois dos principais fatores de risco para a DMT2, é importante mitigar os efeitos da acumulação de gordura ectópica, reduzindo-a o mas possível. Neste domínio, o TIAI teve efeitos superiores na redução do peso corporal, da massa gorda e do nível de adiposidade abdominal, quando comparado com o TCMI (Karstoft et al., 2013).

O TIAI de baixo volume no cicloergómetro tende a melhorar a função das células pancreáticas β , através do aumento do índice de disposição. É importante salientar que o índice de disposição é uma medida da função das células pancreáticas β ajustada para a sensibilidade à insulina e que pode antever o desenvolvimento da DMT2. A melhoria da função das células pancreáticas β pode levar ao aumento da ação da insulina, através de uma melhor coordenação entre o fígado (diminuição da gliconeogénese hepática), o músculo (resistência à insulina atenuada) e o pâncreas (lento despertar das células pancreáticas β para secreção de insulina) (Madsen et al., 2015).

Os mecanismos responsáveis pelas melhorias na saúde cardiometabólica decorrentes do TIAI estão associadas ao aumento da expressão de genes no músculo-esquelético, induzindo adaptações na biogénese mitocondrial e na composição do tipo de fibras (Gibala, Little, Macdonald, & Hawley, 2012). Estas adaptações são mediadas pelo coativador do recetor ativado por proliferadores de peroxissomo (PGC-1 α). Uma única sessão de TIAI de baixo volume leva ao aumento da capacidade mitocondrial no músculo-esquelético. Assim, o TIAI parece ser um estímulo importante para a ativação do PGC-1 α e para induzir rapidamente a biogénese mitocondrial (Little et al., 2011).

2.9.2. Treino de força

O treino de força é atualmente visto como um complemento ao treino aeróbio, devendo ser realizado entre 2 a 3 vezes por semana, a uma intensidade moderada (50% de 1 repetição máxima (RM)) a vigorosa (75-80% de 1 RM) no sentido de maximizar a força muscular e a ação da insulina. Cada sessão de treino deve incluir entre 5 a 10 exercícios, envolvendo os principais grupos musculares, com 10 a 15 repetições por exercício (Albright et al., 2000; Gordon, Benson, Bird, & Fraser, 2009; Sigal et al., 2004; Sigal, Kenny, Wasserman, Castaneda-Sceppa, & White, 2006; Vincent et al., 2002), dependendo do objetivo e um mínimo de 1 série, sendo que o ideal são 3 a 4 series de repetições para otimizar os níveis de força (Colberg et al., 2010).

O treino de força tem vindo a ser cada vez mais utilizado na prevenção e/ou tratamento da DM, uma vez que a sua viabilidade pode ser superior à do treino aeróbio, quando consideradas condições de sedentarismo, obesidade e idade avançada, e todas as implicações inerentes às dificuldades acrescidas na realização de exercícios aeróbios (Sigal et al., 2004; Theou et al., 2011; Willey & Singh, 2003). Adicionalmente, com a idade avançada, há uma perda inevitável de massa e força muscular, um fenómeno denominado de sarcopenia (Vandervoort, 2002), sendo que o treino de força nestas idades assume uma importância fundamental para evitar/retardar essas perdas e em casos mais severos a perda de independência funcional (Gregg et al., 2000; Gregg et al., 2002; Park et al., 2009; Park et al., 2006; Park et al., 2007).

Para além do aumento de massa e força muscular, o treino de força realizado de forma isolada, promove alterações no controlo da glicémia (Church et al., 2010; Yang, Scott, Mao, Tang, & Farmer, 2014) e na sensibilidade à insulina (Strasser & Pesta, 2013).

Apesar de ser pequeno, houve um decréscimo na HbA1c de 0,16% decorrente do treino de força (Church et al., 2010). Mais recentemente, uma meta-análise observou uma redução de 0,32% na HbA1c (3,50 mmol/mol) associada ao treino de força e uma redução de 0,46% (5,03 mmol/mol) no treino aeróbio (Yang et al., 2014). A redução da HbA1c é considerado um dos marcadores mais relevantes para o controlo da glicémia, sendo que uma pequena melhoria pode resultar numa redução significativa do risco de desenvolver complicações associadas à DMT2 (Hovanec, Sawant, Overend, Petrella, & Vandervoort, 2012).

No que diz respeito ao aumento da sensibilidade à insulina, Strasser and Pesta (2013), sugerem que o treino de força melhora o transporte de glicose no músculo-esquelético resistente à insulina, aumentando a ativação de sinalização da insulina. Estas alterações melhoram o perfil metabólico do músculo-esquelético, que em conjunto com as modificações consequentes do treino na composição corporal (nomeadamente o aumento de massa muscular e a diminuição de gordura visceral) e na função mitocondrial podem explicar o aumento da sensibilidade à insulina (Strasser & Pesta, 2013).

2.9.3. Treino combinado

A combinação de treino aeróbio e do treino de força, segundo diversos estudos, é mais eficaz no controlo da glicémia, quando comparado com o exercício aeróbio ou de força realizados de forma isolada (Church et al., 2010; Oliveira, Simoes, Carvalho, & Ribeiro, 2012; Sigal et al., 2007). Um estudo que analisou os efeitos do treino aeróbio isolado, treino de força isolado e combinado entre ambos no controlo glicémico, com

intervenção em 251 adultos com DMT2 registou reduções em todos os grupos de exercício na variável de HbA1c. Ainda assim, o grupo que apresentou uma redução maior foi o combinado (-0,90%), valor bem superior ao grupo aeróbio (-0,43%) e ao grupo de força (-0,30%). No que diz respeito às pessoas que apresentaram níveis mais baixos de HbA1c no momento inicial, apenas o grupo combinado mostrou melhorias na glicémia (Sigal et al., 2007). Posteriormente, analisando os mesmos efeitos, ou seja, do exercício aeróbio e de força isolados e combinado entre ambos, chegou-se à mesma conclusão do estudo anterior, ou seja, apesar do treino aeróbio e do treino de força promoverem melhorias no controlo da glicémia quando são realizados de forma isolada, o treino combinado leva a benefícios adicionais neste mesmo parâmetro, como apresentado na Figura 12 (Church et al., 2010).

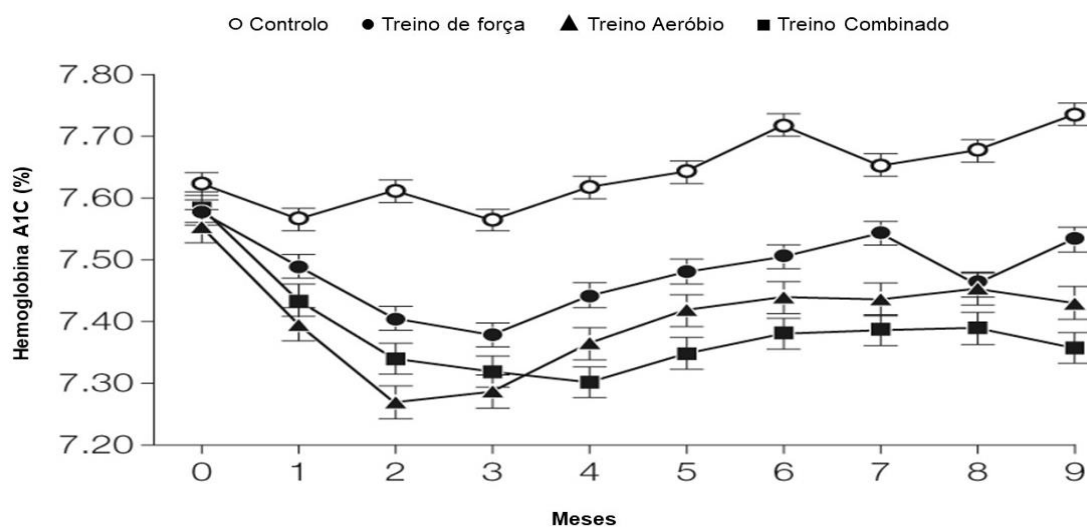


Figura 12 - Valores médios mensais de hemoglobina glicada durante um ano de intervenção

Adaptado de – Church, T. et al., “Effects of Aerobic and Resistance Training on Hemoglobin A_{1c} Levels in Patients With Type 2 Diabetes”, “Journal of American Medical Association”, Vol. 304, pp. 2253-2262, 2010

Mais recentemente, Oliveira et al. (2012), com uma revisão sistemática da literatura, analisaram 28 estudos acerca dos efeitos do treino combinado como abordagem para o controlo da glicémia. Uma vez mais as conclusões foram de que o treino combinado é mais eficaz no controlo da glicémia quando comparado com o treino aeróbio e de força realizados de forma isolada (Oliveira et al., 2012).

2.9.4. Cuidados a ter com a prática de exercício físico

Independentemente da escolha do tipo de exercício físico a realizar, as pessoas com DMT2 devem ter em atenção certos cuidados antes e durante e após a sua prática:

- Pessoas com DMT2 que iniciem a prática de exercício físico devem consultar o seu médico para possíveis ajustes na medicação.
- Monitorizar sempre a glicémia antes de se iniciar o exercício.
- Se a glicémia se encontrar abaixo dos 100 mg/dl, não se deve iniciar o exercício antes de ingerir alimentos adicionais.
- Se a glicémia se encontrar acima dos 250 mg/dl com cetonúria ou 300 mg/dl sem cetonúria, deve evitar-se a prática de exercício físico.
- Evitar a prática de exercício em jejum.
- Evitar a prática de exercício imediatamente após a toma de insulina exógena ou durante o pico de ação da insulina, de forma a reduzir o risco de ocorrência de hipoglicémias reativas.
- Não aplicar a insulina nos músculos que terão participação ativa no exercício.
- Não realizar exercício à noite de forma a evitar episódios de hipoglicémia noturna.
- Ter especial atenção à hidratação durante o exercício.
- Verificar os pés antes e após o exercício no sentido de averiguar a possível existência de feridas e úlceras.

III. Caracterização da entidade de estágio

3.1. Faculdade de Motricidade Humana – Projeto D2fit

Este programa surgiu de uma colaboração da FMH, da APDP e da Faculdade de Medicina de Lisboa, com o objetivo de analisar os efeitos de diferentes protocolos de exercício na DMT2, através de um estudo aleatorizado e controlado.

3.1.1. Objetivos do projeto

O projeto D2fit foi concebido no sentido de superar a falta de conhecimento sobre o papel de diferentes protocolos de exercício aeróbio combinados com treino de força em adultos com DMT2. Nesse sentido foi utilizado o método de investigação aleatorizado e controlado com a duração de 12 meses para avaliar e comparar o impacto de ambos os grupos de exercício (TCMI e TIAI) com um grupo de controlo. Este projeto de investigação teve como objetivo geral aumentar os conhecimentos atuais acerca do método de TIAI e os consequentes benefícios para o controlo e tratamento da DMT2, contribuindo para melhorar a saúde geral da população que apresenta a patologia, reduzindo a sua taxa de mortalidade e os custos médicos associados à mesma. Já relativamente aos objetivos específicos do exercício nos três grupos inseridos no projeto foram os seguintes:

1. Avaliar e comparar os seus potenciais benefícios na HbA1c, nos níveis de insulina, na resistência à insulina e na aptidão cardiorrespiratória.
2. Avaliar e comparar os seus potenciais benefícios no perfil inflamatório, principalmente em variáveis padronizadas como TNF α , PCR, IL-6 e IL-10.
3. Avaliar e comparar os seus potenciais benefícios na composição corporal total e regional e nos valores do perímetro da cintura, ajustados para o género, gasto energético e idade.
4. Avaliar e comparar os seus potenciais benefícios sobre a função das células endoteliais, especificamente a espessura da camada íntima e a rigidez arterial.
5. Avaliar e comparar os seus potenciais benefícios sobre parâmetros de qualidade de vida, com especial atenção ao estado de saúde física e mental.
6. Analisar a relação dose-resposta de ambos os programas de exercício sobre os resultados principais e secundários.
7. Analisar as potenciais interações das mudanças nos resultados principais e secundários nos três grupos.

3.1.2. Desenho do estudo

O projeto foi realizado no Laboratório de Exercício e Saúde da FMH, consistindo numa intervenção aleatorizada e controlada de exercício com duração de 12 meses. O protocolo base deste tipo de intervenção consiste no seguinte: seleção da amostra; avaliação dos biomarcadores selecionados no momento inicial, ou seja, antes de se iniciar a intervenção propriamente dita; divisão aleatória da amostra em vários grupos; aplicação da intervenção delineada, com a presença de um grupo de controlo; follow-up e avaliação final dos mesmos biomarcadores que foram avaliados no início da intervenção. A amostra foi aleatoriamente dividida em três grupos, de forma a poder comparar o impacto dos protocolos de exercício: o primeiro grupo envolveu o trabalho de força e TCMI; o segundo grupo foi submetido também a um programa multicomponente envolvendo trabalho de força e TIAI; e o terceiro grupo serviu de controlo e foi envolvido num processo de aconselhamento para as recomendações da atividade física. Posteriormente neste capítulo irão ser abordadas todas as características relativas à intervenção.

3.1.3. Recrutamento da amostra e critérios de inclusão e exclusão

A amostra foi constituída por 105 pessoas de ambos os géneros da região da grande Lisboa, sendo que o seu recrutamento foi realizado através da utilização de panfletos e cartazes em farmácias, centros de saúde e supermercados e também com recurso à base de dados da APDP. Desta forma, participaram no projeto pessoas que se enquadrassem nos seguintes critérios:

- Diagnóstico da DMT2 segundo os critérios da ADA;
- Idade igual ou superior a 35 anos;
- IMC inferior a 48 kg/m²;

Por outro lado, pessoas que possuíssem qualquer um dos critérios apresentados de seguida estiveram impossibilitados de participar no projeto:

- Limitações motoras (músculo-esqueléticas ou neurológicas) que limitem a prática de exercício físico;
- História de incidentes cardiovasculares;

3.1.4 Procedimentos de avaliação

De forma a se poder avaliar e comparar o impacto dos protocolos de exercício nos biomarcadores definidos, foi realizado um conjunto de avaliações clínicas e laboratoriais. Estas decorriam sempre em dois locais distintos, na FMH e na APDP. No laboratório de Exercício e Saúde da FMH, onde os participantes se tinham que

apresentar em jejum, sem realizar exercício vigoroso no dia anterior e sem ingerir álcool nas 12 horas antecedentes às avaliações, eram realizadas as avaliações da composição corporal, da função arterial, da força máxima, da aptidão cardiorrespiratória, da taxa metabólica de repouso, da atividade física no dia-a-dia, da qualidade de vida e da nutrição, sendo que estas últimas duas foram apenas baseadas numa bateria de questionários. Todos os resultados respeitantes a estas avaliações eram registados numa folha específica para o efeito. Nas instalações clínicas da APDP realizou-se a última avaliação, a recolha de sangue aos participantes.

3.1.3.1. Avaliação da composição corporal

O conhecimento da composição corporal é determinante para um planeamento adequado, tanto do treino como de um plano nutricional, no sentido de ir ao encontro das necessidades energéticas da pessoa em questão. A sua importância deve-se ao facto do peso corporal de forma isolada não poder ser considerado um bom parâmetro para a identificação do excesso ou carência dos diferentes componentes corporais. Devido ao facto do peso ser constituído pela soma da massa gorda (MG) com a massa isenta de gordura (MIG) (massa magra, água e minerais), é necessário o conhecimento de cada uma destas variáveis para que haja uma melhor compreensão da composição corporal.

Tendo em consideração os diferentes níveis de análise da composição corporal serão apresentadas de seguida as técnicas utilizadas no protocolo de avaliação do projeto D2fit.

Antropometria

A avaliação antropométrica tem uma enorme aplicabilidade em contextos clínicos e em estudos epidemiológicos, consistindo em medições físicas importantes na caracterização de uma pessoa. Os instrumentos para a sua avaliação são portáteis, pouco dispendiosos e o procedimento é simples e não-invasivo. As medidas que fizeram parte do protocolo de avaliação de antropometria do projeto foram: o peso, a estatura, o perímetro da cintura, o perímetro da anca e o índice de massa corporal (IMC).

Os participantes foram pesados utilizando uma balança eletrónica com precisão até 0,01 kg, previamente calibrada e colocada numa superfície plana e firme, com o ponteiro no zero em que o participante está descalço, com roupa leve e sem qualquer tipo de acessório.

A estatura foi avaliada com recurso a um estadiómetro com precisão de 0,1 cm. Esta medição consiste na distância perpendicular entre o plano transversal que atravessa o vertex (ponto mais alto da cabeça) e o ponto imediatamente abaixo dos pés.

Para a precisão desta avaliação ser máxima, o participante deve adotar a posição ortostática, com a cabeça orientada segundo o plano horizontal de Frankfurt.

No que diz respeito ao perímetro da cintura, este foi encontrado através do uso de uma fita métrica e com a realização de três medições. Foi avaliado segundo dois protocolos diferentes, o da *National Institute of Health* e o da Organização Mundial de Saúde (OMS). Avaliado sobre a pele abdominal, enquanto o primeiro é encontrado imediatamente acima das cristas ilíacas, o segundo é medido no ponto médio entre o bordo inferior da última costela palpável e o bordo superior das cristas ilíacas. Com base nos valores do perímetro da cintura apresentados, era possível classificar os participantes no que diz respeito ao seu risco de desenvolver complicações metabólicas, como apresentado na Tabela 7.

Relativamente ao perímetro da anca, igualmente avaliado três vezes, seguiu o protocolo da OMS, consistindo na medição do perímetro de maior saliência da região do glúteo.

Por último, o IMC fornece informação sobre se o peso é adequado para a altura da pessoa, através da relação Peso/Altura^2 . Tem-se verificado que tanto o IMC, como o perímetro da cintura são bons preditores de incidência da DMT2 quando se encontram acima dos valores de referência.

Tabela 7 - Valores de referência por género no risco de complicações metabólicas

Adaptado de – World Health Organization, “*Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation*”, “World Health Organization Tech Rep Ser”, Vol. 894, pp. 1-253, 2000

Indicador	Valores de referência	Risco de complicações metabólicas
Perímetro da cintura	>94 cm (Homens) ; >80 cm (Mulheres)	Aumentado
Perímetro da cintura	>102 cm (Homens); >88 cm (Mulheres)	Substancialmente aumentado
Relação cintura anca	≥0.90 cm (Homens); ≥0.85 cm (Mulheres)	Substancialmente aumentado

Bioimpedância multiespectral

A bioimpedância é um método rápido, não invasivo e de fácil acesso que utiliza a condutividade elétrica para realizar a estimativa dos compartimentos corpóreos. Este equipamento avalia a impedância oferecida à passagem da corrente elétrica pela água corporal (principal condutor). Os participantes foram avaliados com recurso a uma bioimpedância de multifrequência *BIS 4200B Xitron*, permitindo estimar os

compartimentos de água intra e extracelular, a água corporal total, a MIG e a MG. Os analisadores de impedância de multifrequência têm a capacidade de gerar um espectro alargado de frequências, podendo explicar as variações entre indivíduos na composição corporal de forma mais precisa quando comparados com analisadores de frequência única. Este método tem uma duração média de 10 minutos e é realizado com o participante deitado na posição de decúbito dorsal, com os membros superiores em supinação e em ligeira abdução e os membros inferiores com equivalente abdução. Após a limpeza da pele com álcool, eram colocados 4 elétrodo no corpo do participante, dois na mão direita e dois no pé direito. Os elétrodo injetores eram colocados na superfície dorsal da mão, mais precisamente na linha média proximal da articulação metacarpo-falângica e na superfície dorsal do pé, na linha média proximal da articulação metatarso-falângica. Os elétrodo recetores eram colocados na linha média do pulso entre as proeminências distais do radio e cubito, e no tornozelo na linha entre os maléolos (Figura 13).



Figura 13 - Colocação dos elétrodo da bioimpedância elétrica

Densitometria radiológica de dupla energia (DXA)

O DXA permite estimar a MG, a MIG e a massa óssea, através da absorção de raios-X emitidos com duas intensidades distintas. Permite a avaliação da composição corporal total e regional, ou seja, fornece a indicação da MG, da MIG e da massa óssea, quer para o corpo inteiro (duração de aproximadamente 7 minutos), quer para áreas específicas (e.g. cabeça, tronco, membros superiores e inferiores). Consiste num método fácil de operar, seguro, rápido e de baixo custo, em que participante se coloca na posição de decúbito dorsal, dentro dos limites delineados, com os membros superiores ao longo do corpo e com os pés ligeiramente afastados e unidos pelas suas pontas através do uso de uma banda, tal como apresentado na Figura 14.



Figura 14 - Posição assumida durante a avaliação do DXA

3.1.3.2. Avaliação da força máxima

É de elevada relevância iniciar este tópico com a definição do conceito de força máxima. Este consiste no valor mais elevado de força que o sistema neuromuscular é capaz de produzir, independentemente do fator tempo e contra uma resistência inamovível.

Antes de cada avaliação máxima propriamente dita, o participante era instruído a realizar um período de aquecimento ligeiro de forma a prevenir a ocorrência de qualquer lesão. Após este período de aquecimento, o participante realizava uma a duas repetições das técnicas de avaliação para os membros inferior e superior, de forma a familiarizar-se com as mesmas.

Leg press horizontal

Realizadas três repetições, a avaliação da força máxima do membro inferior foi feita através de um teste isométrico de *leg press* horizontal. O participante assumia a posição do exercício, ou seja, com os pés à largura dos ombros, as coxas fletidas e a articulação dos joelhos a formarem um ângulo de cerca de 110° , o tronco direito e a cabeça alinhada com o tronco, tal como indicado na Figura 15. De seguida, o sujeito devia fazer o máximo de força durante cerca de 3 a 4 segundos com os membros inferiores contra a plataforma, registando-se o valor de força máxima.



Figura 15 - Posição assumida para a avaliação de *leg press*

Supino unilateral

Relativamente ao membro superior, a avaliação da força máxima foi realizada através de um teste de supino unilateral isométrico (multipower, Technogym), em que o participante estava na posição de decúbito dorsal sobre um banco, com o braço em posição para executar o exercício de supino, ou seja, com o cotovelo fletido a formar um ângulo de cerca de 90°, sendo que no momento de realização do exercício, a força devia ser executada na vertical, sempre com o segmento formado entre o cotovelo e o pulso alinhado (Figura 16). Também neste teste, à semelhança do que acontecia com o membro inferior, o participante completava 3 repetições voluntárias máximas com a duração de 3 a 4 segundos cada e um período de repouso de 60 segundos entre cada repetição.

Em ambos os testes, para a análise do valor mais elevado de força registado entre as repetições realizadas foi utilizado o *software* da *Plux* (*Biosignalsplux*).



Figura 16 - Posição assumida para a avaliação do supino unilateral

Força de preensão manual

Para além dos dois exercícios referenciados em cima, realizou-se também o teste da força de preensão manual, através do uso do dinamómetro. Este consiste num teste simples e objetivo em que o participante realizava um esforço isométrico máximo, que devia ser mantido durante cerca de 5 segundos, com a execução de três repetições com cada mão. O avaliado devia estar confortavelmente sentado, com o cotovelo fletido a 90°, o antebraço em posição neutra, e a posição do pulso podendo variar de 0 a 30° de extensão, sem que houvesse qualquer outro movimento do corpo (Figura 17).



Figura 17 - Posição assumida no teste de força de preensão manual

3.1.3.3. Avaliação da aptidão cardiorrespiratória

Aptidão cardiorrespiratória é a capacidade do sistema respiratório e cardiovascular em captar, fixar, transportar e utilizar o oxigénio ao nível celular durante qualquer atividade física. A avaliação deste parâmetro consiste numa medida precisa da aptidão funcional cardiovascular e é um importante marcador de saúde cardiometabólico. No projeto, a aptidão cardiorrespiratória foi determinada através do teste de protocolo de *Bruce* standardizado, realizado numa passadeira (*model Q-65, Cardiac Science Corp; Bothell, WA, USA*) até o participante atingir o estado de fadiga. Todos os testes de exercício graduais foram monitorizados por um eletrocardiograma de 12 derivações (*model Quark C12, Cosmed, Rome, Italy*), e todos os dados, incluindo a frequência cardíaca, foram monitorizados e gravados usando um *software* da *Cosmed* (*Cosmed, Rome, Italy*). Os gases inspirados e expirados foram constantemente analisados, respiração por respiração, através de um analisador de gases portátil (*K4b2, Cosmed, Rome, Italy*). Durante este teste, os participantes realizaram a prova até que fosse alcançado pelo menos um dos seguintes critérios: (1) fadiga volitiva do participante; (2) quando as trocas respiratórias do participante atingiram valores de 1,1

ou mais; (3) quando o participante atingiu a $FC_{\text{máx}}$ predita; (4) quando o consumo de oxigénio não aumentou apesar do aumento da intensidade de trabalho, ou seja, quando se verificou um plateau no consumo de oxigénio com o aumento da carga de trabalho. Neste caso utilizou-se o valor mais elevado de 20 segundos para o consumo de oxigénio (ml/kg/min) atingido no último minuto.

Mais concretamente, o Protocolo de *Bruce* standardizado inicia-se com um patamar a uma velocidade de 2,7 km/h e inclinação de 10%, sendo que cada patamar tem a duração de 3 minutos com um acréscimo tanto da velocidade como da inclinação, como apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Descrição do protocolo de *Bruce*

Estágio	Tempo (minutos)	Velocidade (km/h)	Inclinação (%)
1	3	2,7	10
2	3	4,0	12
3	3	5,5	14
4	3	6,7	16
5	3	8,0	18
6	3	8,8	20

3.1.3.4. Avaliação da taxa metabólica de repouso

A taxa metabólica de repouso avalia o valor mínimo de energia necessária para que o organismo assegure as funções vitais. Para a sua avaliação no projeto foi utilizada a técnica de calorimetria indireta através de espirometria com análise de gases. A calorimetria indireta mede a produção de energia a partir das trocas gasosas do organismo com o meio ambiente. Pela diferença entre a quantidade de oxigénio no ar inspirado e expirado, a calorimetria indireta calcula com precisão quantas calorias estão a ser despendidas no momento do teste. Cada pessoa apresenta o seu próprio dispêndio energético de repouso, ou seja, dois indivíduos com a mesma idade, peso e altura provavelmente terão metabolismos energéticos diferentes.

Este teste exigia o cumprimento de certos pré-requisitos como 10 horas de jejum, uma noite de sono completa (aproximadamente 8 horas), nenhuma atividade física vigorosa realizada nas últimas 14 horas e sem ingestão de álcool durante as últimas 24 horas.

Realizado no gabinete cardiometabólico da FMH, a uma temperatura ambiente de $\pm 22^{\circ}\text{C}$ e humidade entre 40 a 50%, e com duração de cerca de 30 minutos, em que o participante foi deitado numa marquesa na posição de decúbito dorsal. Antes de se

proceder ao início do teste propriamente dito, os avaliados foram informados acerca de todo o procedimento e aconselhados a relaxar, a respirar apenas pela boca, a não falar e a não adormecer durante a avaliação.

As variáveis de consumo de oxigênio, consumo de dióxido de carbono, quociente respiratório e a ventilação foram recolhidos e analisados em médias de ≥ 1 minuto através do equipamento da *MedGraphics Ultima Series™* (*Medical Graphics Corp, St Paul, MN*). O primeiro e o último período de 5 minutos de recolha foram descartados e a média de um intervalo de estado estacionário com a duração de 5 minutos entre o 5º e 25º minutos com um quociente respiratório entre 0,7 e 1,0 foi usada para calcular a taxa metabólica de repouso.

3.1.3.5. Avaliação da atividade física do dia-a-dia

Para a avaliação do tempo passado em sedentarismo e dos níveis de atividade física foi utilizado o acelerómetro modelo *Actigraph GT3X+*, *Fort Walton Beach, USA*. O acelerómetro é um pequeno aparelho que mede a aceleração dos movimentos normais do ser humano, ignorando as vibrações de alta frequência associadas aos equipamentos mecânicos. Foi pedido a todos os participantes do projeto que usassem o aparelho na cintura, junto à crista ilíaca do lado direito (Figura 18).

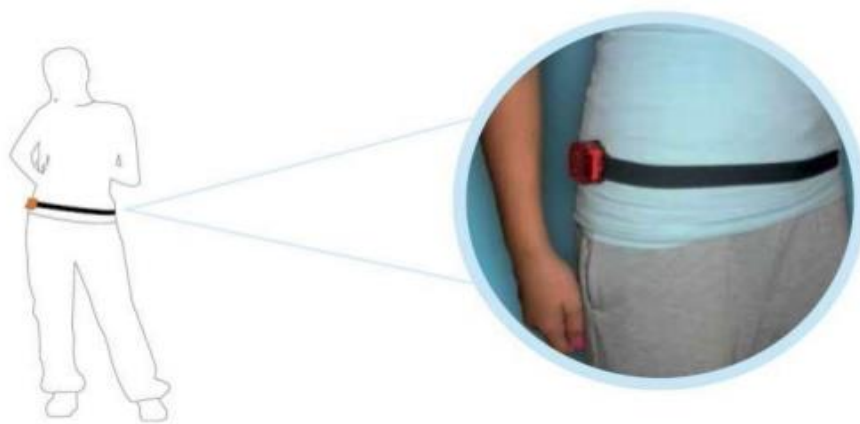


Figura 18 - Colocação correta do acelerómetro

A ativação dos acelerómetros, o processamento dos dados recolhidos e o respetivo *download* foram efetuados utilizando o *software Actilife v.6.9.1*. (*Actigraph, Fort Walton Beach, FL, USA*). Posteriormente, os dados foram gravados a uma frequência de 100 Hz e posteriormente recolhidos de acordo com as definições estabelecidas em *epochs* de 15 segundos. Tal como os períodos em que o participante dormia ou tomava banho, também os períodos iguais ou superiores a 60 minutos consecutivos sem atividade foram considerados como tempo de não utilização do

acelerómetro. Uma utilização diária de 600 minutos (10 horas) ou mais era considerada como válida, e todos os participantes com um mínimo de 3 dias válidos (incluindo um dia de fim-de-semana) foram incluídos na análise. Os minutos com uma contagem inferior a 100 contagens por minuto foram definidos como tempo sedentário.

3.1.3.6. Análises sanguíneas

Realizadas nas instalações da APDP, as análises ao sangue são muito importantes pois, a partir destas, é possível avaliar diversos parâmetros importantes no que diz respeito ao desenvolvimento da DM, dos quais fez parte a HbA1c. O procedimento destas análises foi o seguinte: foram recolhidas amostras de sangue através de um cateter permanente para a avaliação da glicose, insulina e HbA1c antes da ingestão de alimentos, 30 e 120 minutos após o início da refeição, para a avaliação da glicose e insulina. Após a sua recolha, para posterior análise, as amostras foram rapidamente centrifugadas e congeladas em tubos a -80° C de forma a evitar a glicólise. Os métodos utilizados para cada avaliação foram distintos. Para a medição da glicose plasmática foi utilizado o método de fotometria. A insulina plasmática foi analisada através da utilização de imunoensaios de electroquimioluminescência. Por último, a HbA1c foi analisada por imunoensaio.

3.1.4. Exercício de intervenção

A intervenção baseou-se na distribuição aleatória da amostra em três grupos (Figura 19). As intervenções foram concebidas garantindo que o dispêndio energético de cada sessão fosse semelhante em ambos os grupos de exercício.

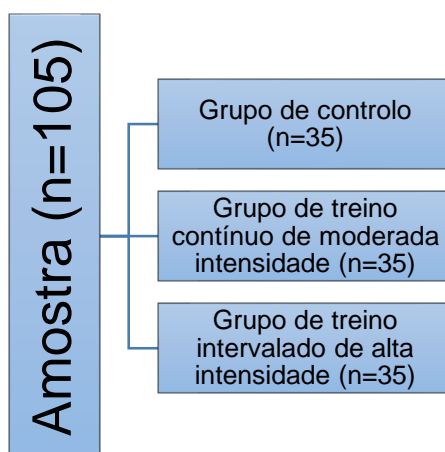


Figura 19 - Distribuição aleatória da amostra

3.1.4.1. **Grupo de controlo**

O grupo de controlo, após a randomização, foi convidado para uma sessão de orientação, onde foram informados de forma detalhada acerca do programa de exercício que poderiam realizar em casa de forma não formal. Para além desta sessão de orientação, ocorreu uma outra, de treino supervisionado, com uma periodização mensal, no sentido de motivar e melhorar a adesão do grupo de controlo, bem como ajustar os seus programas de exercício não formais.

3.1.4.2. **Grupo de treino contínuo de moderada intensidade**

O grupo de TCMI realizou exercício com uma frequência de 3 vezes por semana, supervisionadas por um especialista do exercício. As sessões de exercício deste grupo consistiram numa intervenção multicomponente, envolvendo exercício aeróbio contínuo de moderada intensidade e trabalho de força. A componente aeróbia foi realizada em cicloergómetro, com uma duração variável entre 30 a 45 minutos e intensidade de 40 a 60% da frequência cardíaca de reserva (FC_{res}). Relativamente à componente de força, esta foi realizada com o objetivo de aumentar os níveis de força e complementar a parte aeróbia, consistindo em quatro exercícios para a parte superior do corpo, dois exercícios direcionados para a parte inferior e outros dois para o fortalecimento dos músculos do core.

3.1.4.3. **Grupo de treino intervalado de alta intensidade**

O grupo de TIAI realizou igualmente 3 sessões de exercício por semana, supervisionadas por um especialista da área do exercício. As sessões de exercício incluíram uma primeira parte de treino aeróbio, realizada em cicloergómetro, precedido por um período de 5 minutos de aquecimento, onde realizavam intervalos de 1 minuto com intensidade a 90% da FC_{res} intercalados com períodos de recuperação ativa de 1 minuto com intensidade entre 40 a 60% da FC_{res} .

A intensidade durante o exercício aeróbio para ambos os grupos de treino foi avaliada através da FC dada por um cardiófrequencímetro POLAR. A monitorização do esforço durante o protocolo de exercício foi muito importante de forma a induzir a resposta fisiológica pretendida e paralelamente monitorizar os sinais vitais dos participantes.

Para complementar a primeira parte da sessão, este grupo de exercício realizou o mesmo treino de força aplicado para o grupo de TCMI.

3.1.4.4. Estrutura do treino de força

Relativamente à componente da força, esta foi estruturada em forma de circuito, composta por um conjunto de 8 exercícios com o objetivo de desenvolver os principais grupos musculares e de complementar a parte aeróbia. Todos os participantes dos dois grupos de exercício realizaram o treino de força que consistiu nos seguintes exercícios: um conjunto de dois exercícios para a parte superior do corpo, realizando o movimento de puxar no plano vertical e horizontal (*lat pulldown* e remada baixa, respetivamente); um conjunto de dois exercícios para a parte superior do corpo com a realização do movimento de empurrar no plano vertical e horizontal (*shoulder press* e *chest press*, respetivamente); um conjunto de dois exercícios para os membros inferiores, realizando o movimento de empurrar (*leg press* e *lunge*); e um conjunto de dois exercícios direcionados para a fortalecimento dos músculos do core (*dead bug* e prancha).

Pode-se dizer então que esta componente de treino foi planeada tendo em conta a alternância entre exercícios direcionados para a parte superior e inferior do corpo e para os músculos do core e variando também segundo os diferentes planos de movimento. A sua sequência de realização foi a seguinte:

1. *Lat pulldown*, realizado numa máquina de *Lat pulldown*, desenvolve a região superior do tronco, principalmente seguintes músculos: grande dorsal, deltoide posterior, romboides, trapézio médio e bicípite braquial. O exercício consiste em puxar a barra na direção do solo até ao nível do queixo, levando posteriormente a barra até à posição inicial de forma controlada (Figura 20).

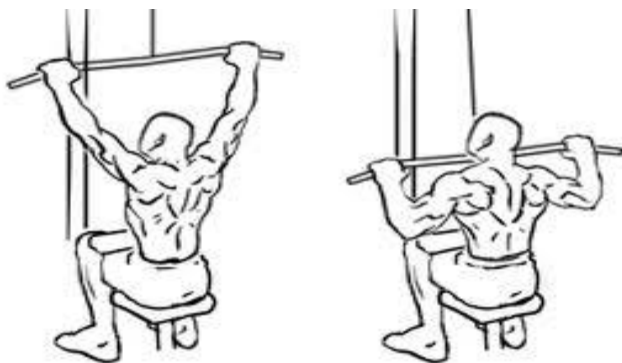


Figura 20 - Exercício *lat pulldown*

2. *Chest press*, realizado numa máquina de *chest press*, desenvolve principalmente os músculos extensores do braço (trícipite braquial e ancóneo) e os adutores horizontais do braço (grande peitoral, deltoide anterior, coracobraquial e curta porção do bicípite braquial). O exercício realiza-se com o participante na posição sentado e com os braços abertos ao lado do tronco a 90° com o corpo e os antebraços a 90° com os braços, segurando as pegas com as

mãos. A sua realização consiste em esticar os braços à frente e voltar à posição inicial de forma segura e controlada, tendo em especial atenção à firmeza do pulso, que deve estar sempre alinhado com o cotovelo (Figura 21).

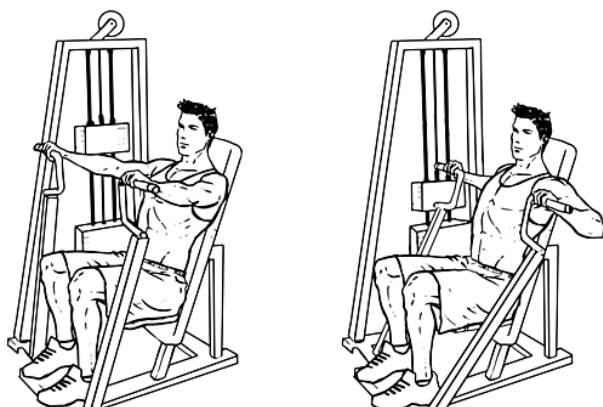


Figura 21 - Exercício *chest press*

3. *Leg press*, realizado numa máquina de *leg press* horizontal, atua principalmente ao nível do quadríceps crural através da ação da articulação do joelho (extensão do joelho) e de forma secundária ao nível dos músculos posteriores da coxa (flexão do joelho). Neste exercício o participante encontra-se sentado, com os pés posicionados na plataforma à largura dos ombros, sendo que a sua realização consiste em empurrar a plataforma até que os membros inferiores estejam quase estendidos (não em bloqueio articular), voltando de seguida ao local de início do exercício de forma controlada (Figura 22).

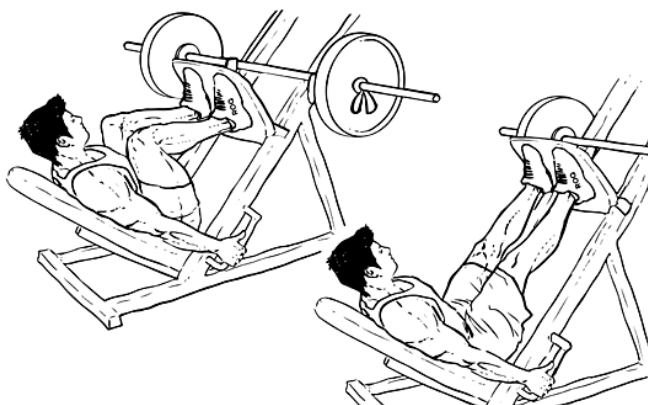


Figura 22 - Exercício *leg press*

4. Remada baixa ou *low row*, realizada em máquina de *low row*, promove essencialmente o desenvolvimento da musculatura dorsal, predominantemente o grande dorsal e os romboides, envolvendo ainda o trapézio médio e o deltoide posterior. A instrução deste exercício passa por transmitir ao participante que

puxe horizontalmente as pegas dos cabos na sua direção (à zona do umbigo) e com os cotovelos sempre juntos ao tronco (Figura 23).

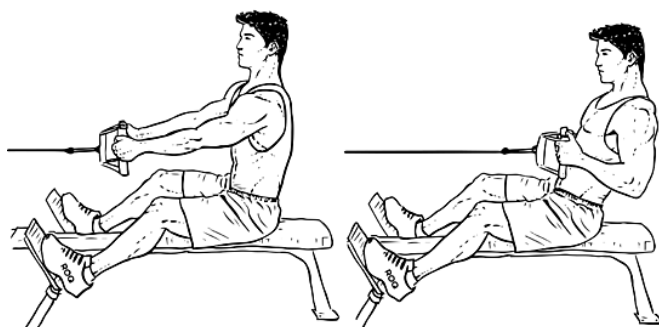


Figura 23 - Exercício remada baixa

5. *Lunge*, realizado com pesos livres, solicita os músculos do quadríceps crural, glúteos, trícipite sural e bicípite femoral. É um exercício que exige coordenação para ser realizado corretamente. A instrução para este exercício consiste em colocar os pés à largura dos ombros e dar um passo largo para a frente com um deles, colocando o pé de trás apoiado nas pontas dos dedos. De seguida, solicita-se ao participante que realize a flexão do joelho da perna dianteira, fazendo com que o joelho da perna traseira se mova na direção do chão, ao mesmo tempo que o tronco se mantém em linha reta e perpendicular ao chão (Figura 24).

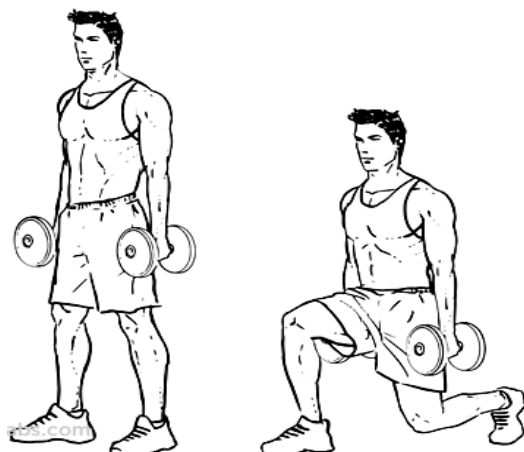


Figura 24 - Exercício *lunge*

6. *Shoulder press*, realizado com pesos livres, desenvolve principalmente o deltoide anterior e de forma secundária o deltoide lateral, trícipite e trapézio superior. Este exercício consiste no participante em posição bípede, colocando os pesos livres de forma a que o braço e antebraço formem um ângulo de 90º e

com as palmas das mãos voltadas para a frente (pega pronada). De seguida, o participante deve levantar os pesos livres até ficar com os braços esticados, por cima da sua cabeça, retornando depois à posição inicial (Figura 25).

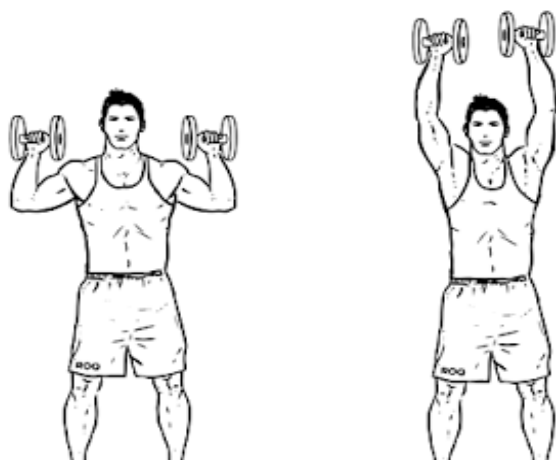


Figura 25 - Exercício *shoulder press*

7. Prancha, um exercício isométrico que promove o desenvolvimento, fortalecimento e estabilização dos músculos do core. O participante assume a posição de prancha, ou seja, apoiado no solo apenas com os cotovelos e antebraços e pontas dos pés, com todo o corpo alinhado e contraindo o abdominal (Figura 26), de forma a manter esta posição o máximo tempo possível.



Figura 26 - Exercício prancha

8. *Dead bug*, que atua igualmente no desenvolvimento, fortalecimento e estabilização dos músculos do core. Neste exercício o participante coloca-se na posição de decúbito dorsal, com as coxas em flexão a um ângulo de 90°, em que o objetivo consiste na sua extensão até que os pés contactem com o solo, retornando de seguida à posição inicial.

No fim de cada sessão de exercício, os participantes realizavam um conjunto de alongamentos focados nos músculos trabalhados durante a mesma. Todos os registos

relativos às sessões de exercício eram registadas numa folha específica para o efeito, cada uma com a duração de 1 mês.

3.2. Associação Protetora dos Diabéticos de Portugal

A APDP foi fundada em 1926 por Ernesto Roma, licenciado em Medicina na Escola Médica de Lisboa. Em 1922, quando estagiava em Boston no “*Massachusetts General Hospital*”, acompanhou de perto a “revolução da insulina”, descoberta por Frederick Banting e o seu assistente Charles Best. Quando voltou para Portugal, foi consagrado como diabetologista e instituiu a insulinoaterapia no seu consultório.

Impressionado com os excelentes resultados da insulinoaterapia, Ernesto Roma criou em Lisboa a primeira associação para pessoas com DM do mundo, a “Associação Protetora dos Diabéticos Pobres”, com o objetivo de fornecer insulina gratuita a quem não tinha possibilidades financeiras para a obter. Em 1973 alterou o seu nome para “Associação Protetora dos Diabéticos de Portugal”, no sentido de dar resposta a todas as pessoas com DM. Atualmente, o número de assistidos pela associação é superior a 30000 pessoas, sendo que se trata de uma instituição de saúde moderna e de referência e uma clínica prestadora de cuidados médicos integrados e diferenciados ao doente com DM.

A associação teve um crescimento enorme, tal é a sua participação na comunidade, através de projetos e atividades como campos de férias, a criação do “Núcleo de Jovens da APDP” (formado por jovens acompanhados na APDP que organizam eventos relacionados com a DM com o objetivo de partilhar e trocar experiências e sensibilizar a população para esta patologia), intervenções em escolas, celebração de dias específicos, cursos de formação sobre a doença em si, sobre atividade física e até culinária.

A instituição neste momento possui um vasto conjunto de recursos no que às instalações diz respeito. Tem um edifício onde se encontram os escritórios da administração, um laboratório de patologia clínica e de endocrinologia, centro de formações e de investigação e um museu. Relativamente à clínica diabetológica, para além de diabetologista, esta presta cuidados médicos para as seguintes áreas: nutrição, oftalmologia, cardiologia, podologia, nefrologia, urologia, saúde reprodutiva, psicologia/psiquiatria, cirurgia oftalmológica e hemodiálise. A APDP explora ainda outro edifício perto da associação denominado “Escola da Diabetes” (Figura 27), que promove a formação de profissionais de saúde e do próprio paciente. A Escola disponibiliza também uma cozinha dietética com cursos de culinária saudável e um ginásio onde são

feitas sessões de exercício para pessoas com DM com acompanhamento individualizado e contínuo. A Figura 28 mostra o ginásio onde decorreu grande parte do estágio, com o objetivo de acompanhamento das sessões de exercício dos participantes do projeto D2fit.



Figura 27 - Entrada do edifício da Escola da Diabetes

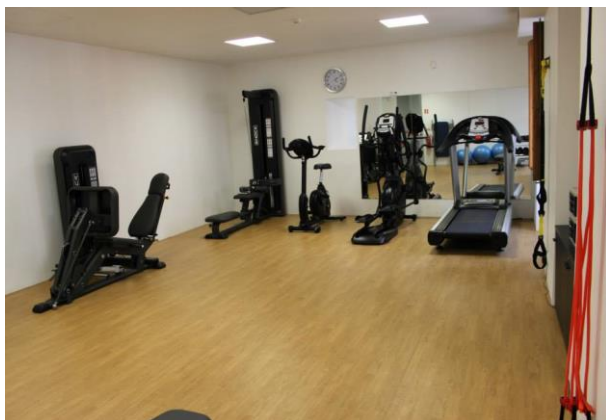


Figura 28 - Ginásio da Escola da Diabetes

IV. Planeamento Anual de Estágio

Com início a Setembro de 2015 e término a Julho de 2016, foi realizado um estágio com o propósito da obtenção do grau de mestre em Exercício e Saúde, focado na área do controlo e tratamento da DMT2, mais concretamente integrando um projeto de investigação, denominado D2fit, que teve lugar no ginásio da Escola da Diabetes da APDP e também nos laboratórios da FMH. Ao longo deste período, o estagiário teve a oportunidade de trabalhar diretamente com pessoas com DMT2 que participaram no estudo e com diversos profissionais especialistas do exercício com foco na DM.

Fundamentalmente, o objetivo geral desta etapa passou pela aprendizagem de competências teóricas e práticas no que diz respeito à prescrição de exercício para pessoas com DM. O planeamento anual de estágio foi organizado segundo os objetivos propostos pelo orientador, o professor Luís Bettencourt Sardinha, de forma a potenciar ao máximo o período de estágio. Estes objetivos foram divididos em duas fases caracterizadas por ordem crescente de conhecimento, autonomia e responsabilidade. De seguida irão ser apresentados os objetivos correspondentes a cada fase do período de estágio.

Começando pela primeira fase, que teve lugar entre o final de Setembro de 2015 e o final de Janeiro de 2016, caracterizou-se pela aquisição de conhecimentos e familiarização com o contexto em que o projeto D2fit operava, tanto ao nível da doença da DMT2 propriamente dita, como a influência que o exercício exerce sobre a mesma. As tarefas correspondentes a este período foram a recolha de informação sobre o local de estágio, apresentação e integração na equipa do projeto, acompanhamento e supervisão das sessões de exercício, observação e aprendizagem dos procedimentos relativos às avaliações clínicas e laboratoriais dos participantes e familiarização com as bases de dados referentes ao projeto.

Relativamente ao segundo período de estágio, entre o mês de Fevereiro e Julho de 2016, após a aprendizagem e familiarização com o contexto numa primeira fase, os objetivos possibilitaram uma maior envolvimento e participação nas tarefas referentes ao projeto, proporcionando uma autonomia quase completa dada ao estagiário nessas mesmas tarefas. Assim, as tarefas relativas a este período foram o acompanhamento e supervisão das sessões de exercício, autonomia na aplicação das diversas avaliações clínicas e laboratoriais aos participantes e atualização e análise das bases de dados do projeto, bem como o processamento dos dados referentes aos diferentes métodos e técnicas utilizadas nas avaliações.

Apesar do planeamento estar dividido em dois períodos, a calendarização ao nível dos objetivos foi flexível, pelo que a realização desses mesmos objetivos pode não ter sido exatamente e exclusivamente realizado no período referido. O próximo capítulo explica de forma detalhada as intervenções realizadas inerentes a cada período de estágio.

V. Intervenção em Estágio

Como foi dito anteriormente, este capítulo aborda de forma detalhada as duas fases referenciadas no planeamento anual de estágio. Em cada uma das fases irá ser referido o horário de intervenção e as atividades realizadas, tanto no ginásio da Escola da Diabetes, como na FMH. Durante o período de estágio, um aspeto essencial deste processo consistiu no acompanhamento e supervisão das sessões de exercício do projeto D2fit, aparecendo discriminado na Figura 29 o número de participantes diferenciados por tempo de acompanhamento. Observa-se um total de 11 participantes acompanhados pelo estagiário ao longo de todo o período de estágio, em que 5 foram acompanhados durante 9 meses, 3 foram acompanhados durante 6 meses e outros 3 foram acompanhados 3 meses.

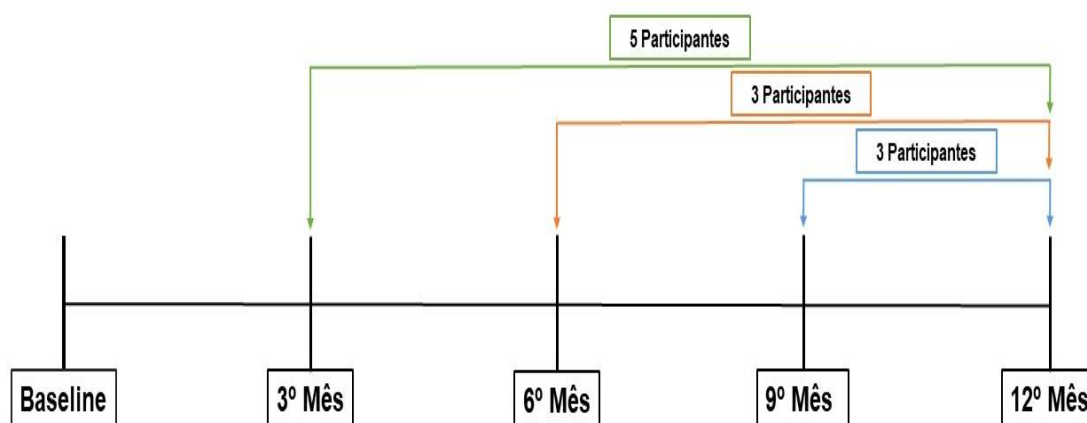


Figura 29 - Timeline da intervenção relativa aos participantes acompanhados no projeto D2fit

5.1. Fase 1 – Setembro de 2015 a Janeiro de 2016

A unidade curricular de estágio teve início no dia 16 de Setembro de 2015, com uma reunião geral que contou com a presença de todos os alunos inscritos na disciplina, na qual foi dado a conhecer todo o planeamento para o respetivo ano letivo. Cerca de uma semana depois, no dia 25 de Setembro, teve lugar uma reunião com o orientador de estágio, o Prof. Luís Bettencourt Sardinha no sentido de esclarecer ao pormenor o contexto e as tarefas a realizar durante o período de estágio e elucidar qualquer dúvida que restasse em relação à conjuntura que iria encontrar durante o percurso.

No dia 2 de Outubro, ocorreu uma primeira visita às instalações onde iria decorrer grande parte do tempo do período de estágio, o ginásio da Escola da Diabetes, espaço explorado pela APDP. Esta visita permitiu conhecer a própria instalação em que iria trabalhar, ser apresentado aos participantes que cumpriam o projeto no momento e

também observar qual seria a sessão tipo de exercício aplicada aos mesmos. As duas semanas seguintes foram caracterizadas pela aprendizagem da sessão de exercício na sua totalidade, de forma a possibilitar a sua condução e supervisão a partir desse período até ao final do estágio.

Ficou definido que o mestrando seria responsável pela condução dos treinos da tarde. Estes treinos foram realizados com uma frequência de três vezes por semana, durante 12 meses para cada participante. Efetuados na sua maioria no ginásio da APDP, consoante a disponibilidade dos participantes, os treinos eram combinados (aeróbio mais força). Neste período de tempo, como responsável pela supervisão das sessões de exercício da tarde no ginásio da Escola da Diabetes, o estagiário acompanhou no total 11 participantes, sendo 6 do sexo masculino e 5 do sexo feminino, distribuídos aleatoriamente pelos dois grupos de exercício do projeto (7 pertenciam ao grupo TCMI e 4 ao grupo TIAI). Durante este período de acompanhamento das sessões de exercício, o estagiário teve que proceder a adaptações em diversos exercícios do treino de força derivadas de certas limitações e/ou dificuldades na sua realização que os participantes do projeto D2fit possuíam. Em casos mais leves, procedeu-se apenas a diminuições na carga aplicada em alguns exercícios, enquanto que, em casos mais severos houve modificações do padrão do exercício ou alteração para outro exercício que estimulasse o mesmo grupo muscular, embora com menor risco associado. Mais especificamente, as limitações/dificuldades encontradas incluíram um participante com mobilidade reduzida na articulação gleno-umeral e outro participante que apresentava uma complicação microvascular da DM, a neuropatia periférica.

No que diz respeito ao participante com neuropatia, foi aconselhado desde o início do acompanhamento, o uso de calçado adequado, uso de meias transpiráveis e instauraram-se rotinas de avaliação dos pés sempre antes de cada sessão de treino, de forma a ter especial atenção com as lesões e ulcerações. Em relação às adaptações feitas no decorrer das suas sessões de treino, estas consistiram na diminuição da carga aplicada em cada um dos exercícios de força, principalmente sobre os exercícios direcionados para os membros inferiores, uma vez que, segundo Colberg et al. (2010), pessoas com neuropatia periférica e sem ulceração aguda podem participar em exercícios de peso moderado. Para além disso, derivado a perdas de sensibilidade, este apresentava graves falhas no equilíbrio, pelo que era sempre necessário acompanhá-lo de muito perto. Devido a esta falta de equilíbrio, procedeu-se à alteração do exercício de *lunge* para o exercício de agachamento, pois este permite uma base de estabilidade maior, tornando-se mais seguro para o caso em questão.

Relativamente ao caso do participante que apresentava um problema de mobilidade reduzida na articulação gleno-umeral, a adaptação no seu treino foi

direcionada para o exercício de *shoulder press*. A alteração neste exercício consistiu na sua realização sentado num banco com inclinação de cerca de 45°, para que este não incidisse na sua grande maioria sobre o deltoide. Ao inserir a inclinação no banco, promoveu-se uma participação mais ativa do músculo peitoral, libertando de alguma maneira o foco primário no deltoide anterior. Para além desta adaptação, no final de cada sessão de treino, foram realizados exercícios direcionados para o aumento da mobilidade da articulação gleno-umeral, apresentados nas duas figuras abaixo. A Figura 30 apresenta a elevação passiva assistida do ombro, em que o participante se colocava próximo de uma parede, com os membros superiores esticados em elevação máxima. O objetivo era a aproximação lenta do tórax à parede, sem mexer os membros inferiores, sendo que se devia manter esta posição durante cerca de 30 segundos e repetir 5 vezes. O segundo exercício aparece demonstrado na Figura 31 e consiste na elevação lateral e anterior dos membros superiores contra uma parede, com uma realização de 5 vezes para cada lado e outras 5 para a frente. Numa fase mais posterior, as elevações deram lugar a movimentos circulares, no sentido de promover uma maior amplitude de movimentos no ombro. Ao longo dos 9 meses em que foi acompanhado, como consequência da realização destes exercícios específicos, o feedback obtido pelo participante consistiu numa leve diminuição da dor, resultando no aumento da amplitude da articulação gleno-umeral.



Figura 30 - Elevação passiva assistida do ombro



Figura 31 - Elevação lateral e anterior dos membros superiores

Para além das sessões de exercício, o resto das tarefas realizadas neste período de tempo foram efetuadas na FMH, tal como aparece apresentado na Tabela 9. Essas tarefas consistiram na familiarização com a base de dados relativa ao projeto, de forma a poder estar em contato com os resultados obtidos nas avaliações dos participantes; ajuda na organização de eventos relacionados com o projeto; e também na observação e aprendizagem dos protocolos referentes às avaliações laboratoriais realizadas a cada 3 meses de participação no projeto. Os protocolos observados nesta fase permitiram nas fases seguintes a sua aplicação de forma autónoma. Mais concretamente, estas corresponderam à avaliação das componentes de composição corporal (medições antropométricas, bioimpedância e DXA), força máxima (testes de supino e *legpress* isométricos e força de preensão manual), aptidão cardiorrespiratória (prova de esforço através do protocolo de *Bruce* standardizado) e taxa metabólica de repouso (através da técnica de calorimetria indireta), que foram descritas no capítulo da caracterização da entidade de estágio. O contato com esta bateria de avaliações constituiu-se como uma tarefa de grande relevância, uma vez que foi possível observar e, posteriormente, testar no terreno um conjunto de parâmetros muito importante para a saúde global, não só específicos para pessoas com DMT2, mas também para a população em geral.

Tabela 9 - Horário de Estágio de Setembro de 2015 a Janeiro de 2016

	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
09H00		Observação		Observação	
10H00		de		de	
11H00		avaliações e		avaliações e	
12H00		outras		outras	
13H00		atividades -		atividades -	
		FMH		FMH	
14H00	Acompanhamento e supervisão das sessões de treino – Ginásio da Escola da Diabetes		Acompanhamento		Acompanhamento
15H00			e supervisão das		e supervisão das
16H00			sessões de treino		sessões de treino
17H00			– Ginásio da		– Ginásio da
18H00			Escola da		Escola da
19H00			Diabetes		Diabetes

Abreviaturas: FMH, Faculdade de Motricidade Humana.

5.2. Fase 2 – Fevereiro a Julho de 2016

Este período temporal iniciou-se com uma reunião no início do mês de Fevereiro, com a presença do orientador de estágio e de um dos investigadores principais do projeto D2fit, com o objetivo de discutir o ponto da situação relativamente ao trabalho realizado na fase anterior e as tarefas a realizar neste mesmo período. Ficou decidido nessa reunião, que em diversas tarefas a autonomia e a responsabilidade iriam manter-se e noutras iriam aumentar. A tarefa que não teve qualquer alteração foi o acompanhamento e supervisão das sessões de exercício, uma vez que o mestrando já detinha autonomia e responsabilidade desde a primeira fase. Por outro lado, as tarefas que sofreram alterações no que diz respeito à autonomia envolvida foram: avaliações respeitantes a cada 3 meses de duração dos participantes no projeto e processamento das bases de dados e ajuda na organização de eventos relacionados com o projeto. Assim, com base na experiência adquirida na observação de todos os procedimentos no primeiro período do estágio, o estagiário tornou-se autónomo na aplicação de diversas avaliações laboratoriais realizadas na FMH. Essas avaliações consistiram nos parâmetros de composição corporal, nomeadamente os perímetros da anca e da cintura, o teste de DXA e bioimpedância elétrica; de força máxima, através dos testes de supino e legpress isométricos e também força de preensão manual; de hemodinâmica, com a medição da pressão arterial; da taxa metabólica de repouso, com a técnica de calorimetria indireta através de espirometria com análise de gases; e por fim contato com os valores obtidos na quantificação da atividade física realizada no dia-

a-dia, com base na metodologia de acelerometria. A possibilidade de intervenção direta junto destes parâmetros revelou-se de grande importância, uma vez que estes são considerados fundamentais no que diz respeito à avaliação da saúde global da população em geral.

O horário referente a esta fase do estágio aparece referenciado em baixo na Tabela 10.

Tabela 10 - Horário de Estágio de Fevereiro a Julho de 2016

	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
09H00		Realização de avaliações e outras atividades - FMH		Realização de avaliações e outras atividades - FMH	
10H00					
11H00					
12H00					
13H00					
14H00	Acompanhamento e supervisão das sessões de treino – Ginásio da Escola da Diabetes		Acompanhamento e supervisão das sessões de treino – Ginásio da Escola da Diabetes		Acompanhamento e supervisão das sessões de treino – Ginásio da Escola da Diabetes
15H00					
16H00					
17H00					
18H00					
19H00					

Abreviaturas: FMH, Faculdade de Motricidade Humana.

VI. Análise dos Resultados da Amostra de Intervenção do Projeto D2fit

6.1. Amostra de intervenção D2fit

Tal como referenciado no capítulo de intervenção em estágio, o estagiário ao longo de todo o processo esteve responsável pelo acompanhamento direto de 11 participantes do projeto D2fit, nomeadamente, os que realizavam os seus treinos durante o período da tarde no ginásio da Escola da Diabetes da APDP. No geral o treino foi sempre semelhante para todos os participantes inseridos no projeto D2fit, à exceção de alterações pontuais efetuadas pelos estagiários. Desta forma, para a análise de resultados foram incluídos os participantes do período da tarde e os participantes que realizaram os seus treinos na Escola da Diabetes mas acompanhados no período da manhã com o mestrado Tiago Ataíde. Assim, a amostra total analisada nos resultados é constituída por 22 participantes, sendo que 14 eram do género masculino e 8 do género feminino. Esta amostra foi analisada nos resultados em função de três períodos de avaliação: o momento inicial, que correspondeu à avaliação prévia aquando da entrada dos participantes no projeto D2fit; o período pré-intervenção, momento em que o estagiário integrou a equipa do projeto e iniciou o seu acompanhamento direto; e o período pós-intervenção, momento que terminou a participação no projeto por parte de cada participante, ou seja, a sua avaliação correspondente ao 12º mês. Devido ao fato do projeto ter uma duração total de 12 meses para cada participante e o estagiário ter sido integrado a meio da sua implementação, fez com que os participantes fossem acompanhados diretamente pelo estagiário durante diferentes períodos de tempo. Sendo assim, destacam-se três grupos de participantes em função do tempo em que foram avaliados pelo estagiário. Desta forma, houve um acompanhamento de 3 meses a 9 participantes, de 6 meses a 7 participantes e de 9 meses a 6 participantes.

6.2. Análise estatística

A realização da análise estatística processou-se através da utilização da versão estatística 22.0 do software IBM SPSS (*SPSS Inc., an IBM Company, Chicago, Illinois, USA*). Inicialmente foi realizada uma estatística descritiva incluindo o cálculo de médias \pm desvios padrão para as variáveis de estudo mais relevantes, nomeadamente composição corporal, força máxima, variáveis hemodinâmicas, acelerometria e controlo glicémico, em dois períodos distintos, momento inicial e pré-intervenção. A normalidade foi testada através do teste de Shapiro-Wilk. As comparações entre géneros foram

realizadas utilizando o teste-T para amostras independentes ou a abordagem não paramétrica para amostras independentes de Mann-Whitney-Wilcoxon.

Posteriormente, foram analisadas as diferenças significativas entre os três grupos com diferentes períodos de acompanhamento no que diz respeito ao impacto do programa de exercício nas variáveis de estudo hemodinâmicas (pressão arterial sistólica e diastólica), de força máxima (membro superior, inferior e preensão manual) e acelerometria (atividade física leve, moderada, moderada a vigorosa e comportamento sedentário). Estas comparações entre grupos foram realizadas para os períodos de pré-intervenção e pós-intervenção e para o momento inicial e pré-intervenção. Para esta análise foi utilizado o Modelo Linear Geral com uma única variável, quando verificada a normalidade das variáveis ou a abordagem não paramétrica do teste da ANCOVA, relativamente às variáveis que não apresentaram distribuição normal. As diferenças entre grupos foram efetuadas através do teste de comparação de efeitos médios da diferença menos significativa para a abordagem paramétrica ou pelo teste de comparações múltiplas de Scheffe relativamente à abordagem não paramétrica.

Para todos os testes foi admitido um nível de significância de $p < 0,05$.

6.3. Análise dos resultados obtidos

Neste subcapítulo, serão apresentados os resultados dos procedimentos de avaliação a que a amostra foi submetida e que foram referenciados anteriormente, mais concretamente no subcapítulo da análise estatística, envolvendo variáveis relativas a alguns dos principais fatores de risco da DMT2 e outras variáveis consideradas relevantes e com possível impacto num programa de exercício.

6.3.1. Estatística descritiva

Na Tabela 11 podemos observar as características dos participantes, com as médias e desvios padrão relativas ao primeiro momento de avaliação do programa de exercício (momento inicial).

Tabela 11 - Características dos participantes no momento inicial

	Amostra total (n=22)	Homens (n=14)	Mulheres (n=8)	p-Value
Idade (anos)	58,9 ± 7,4	59,5 ± 8,4	57,7 ± 4,9	0,618
Peso (kg)	82,3 ± 17,5	86,0 ± 18,4	74,4 ± 13,4	0,123
Altura (cm)	165,6 ± 8,8	170,4 ± 5,4	155,3 ± 4,8	<0,001*
IMC (kg/m ²)	30,0 ± 5,7	29,6 ± 5,8	31,0 ± 5,8	0,613
PC (cm)	101,8 ± 15,3	104,0 ± 16,0	97,0 ± 13,4	0,320
PA (cm)	102,9 ± 10,3	102,7 ± 10,6	103,3 ± 10,5	0,913
MG (%)	32,4 ± 7,9	28,8 ± 6,6	40,0 ± 4,1	0,001*
MIGO (%)	63,7 ± 7,5	67,1 ± 6,2	56,3 ± 3,8	<0,001*
PAS (mmHg)	140,8 ± 14,0	139,6 ± 13,5	143,3 ± 15,9	0,578
PAD (mmHg)	84,0 ± 10,0	81,1 ± 8,2	90,0 ± 11,0	0,047*
FM supino (kg)	24,0 ± 7,6	27,6 ± 5,8	16,2 ± 4,7	<0,001*
FM legpress (kg)	176,0 ± 58,2	197,8 ± 49,3	129,4 ± 49,5	0,007*
FM preensão manual (kg)	39,5 ± 11,2	45,4 ± 7,4	26,7 ± 5,9	<0,001*
AFL (min/sem)	1538,0 ± 742,3	1357,5 ± 667,7	1924,9 ± 795,1	0,078
AFM (min/sem)	267,7 ± 179,1	278,8 ± 207,2	243,9 ± 105,7	1,000
AFMV (min/sem)	269,0 ± 179,3	280,6 ± 207,4	244,1 ± 105,6	1,000
Comportamento sedentário (h/dia)	10,0 ± 1,3	10,2 ± 1,1	9,3 ± 1,5	0,132
HbA1c (%)	7,3 ± 1,8	7,3 ± 2,1	7,2 ± 1,3	0,930

Abreviaturas: IMC, índice de massa corporal; PC, perímetro da cintura; PA, perímetro da anca; MG, massa gorda; MIGO, massa isenta de gordura e osso; PAS, pressão arterial sistólica; PAD, pressão arterial diastólica; FM, força máxima; AFL, atividade física leve; AFM, atividade física moderada; AFMV, atividade física moderada a vigorosa; HbA1c, hemoglobina glicada.

*Diferenças significativas entre sexos (p<0,05).

No momento inicial, não foram encontradas diferenças entre sexos nas variáveis da idade, peso, IMC, perímetro da cintura, perímetro da anca, pressão arterial sistólica, atividade física leve, moderada e moderada a vigorosa, comportamento sedentário e HbA1c. A variável da altura foi maior para os homens em relação às mulheres (p<0.001), ao contrário do que foi verificado para a pressão arterial diastólica (p=0.047), em que as mulheres registaram valores superiores. A quantidade de MIGO (p<0.001) foi maior nos homens quando comparado com as mulheres, enquanto que a percentagem de MG (p=0.001) foi maior nas mulheres do que nos homens. Relativamente aos testes de força máxima, em todos registaram-se valores superiores nos homens, quando comparados com os valores das mulheres, em concreto, no teste

de força do membro superior ($p<0.001$), no teste de força do membro inferior ($p=0.007$) e no teste de preensão manual ($p<0.001$).

As características dos participantes no momento de pré-intervenção aparecem apresentadas na Tabela 12, para ambos os sexos e para a amostra total.

Tabela 12 - Características dos participantes no período pré-intervenção

	Amostra total (n=22)	Homens (n=14)	Mulheres (n=8)	p-Value
Idade (anos)	58,9 ± 7,4	59,5 ± 8,4	57,7 ± 4,9	0,618
Peso (kg)	81,0 ± 18,4	84,8 ± 20,6	72,8 ± 8,9	0,123
Altura (cm)	165,6 ± 8,8	170,4 ± 5,4	155,3 ± 4,8	<0,001*
IMC (kg/m²)	29,5 ± 5,7	29,1 ± 6,5	30,2 ± 3,8	0,689
PC (cm)	100,0 ± 16,7	101,9 ± 15,1	95,8 ± 9,6	0,434
PA (cm)	99,7 ± 15,9	101,8 ± 12,3	95,3 ± 22,1	0,388
MG (%)	30,5 ± 8,5	26,9 ± 7,7	38,3 ± 3,2	0,001*
MIGO (%)	64,3 ± 8,8	68,9 ± 7,0	55,7 ± 5,2	<0,001*
PAS (mmHg)	130,5 ± 14,8	128,5 ± 11,9	135,0 ± 19,9	0,731
PAD (mmHg)	78,7 ± 7,8	76,7 ± 7,6	83,1 ± 6,8	0,068
FM supino (kg)	24,1 ± 7,1	27,2 ± 5,5	17,4 ± 5,5	0,001*
FM legpress (kg)	181,7 ± 53,2	205,7 ± 45,9	130,3 ± 21,3	0,001*
FM preensão manual (kg)	40,0 ± 10,6	45,7 ± 7,0	27,7 ± 5,0	<0,001*
AFL (min/sem)	1372,2 ± 665,9	1248,2 ± 697,2	1637,9 ± 545,1	0,209
AFM (min/sem)	249,5 ± 180,3	243,0 ± 179,2	263,4 ± 196,3	0,783
AFMV (min/sem)	252,3 ± 181,1	246,9 ± 180,5	264,0 ± 196,4	0,837
Comportamento sedentário (h/dia)	9,8 ± 1,4	9,7 ± 1,1	10,2 ± 1,9	0,731
HbA1c (%)	7,3 ± 1,6	7,3 ± 1,8	7,2 ± 1,2	0,953

Abreviaturas: IMC, índice de massa corporal; PC, perímetro da cintura; PA, perímetro da anca; MG, massa gorda; MIGO, massa isenta de gordura e osso; PAS, pressão arterial sistólica; PAD, pressão arterial diastólica; FM, força máxima; AFL, atividade física leve; AFM, atividade física moderada; AFMV, atividade física moderada a vigorosa; HbA1c, hemoglobina glicada.

*Diferenças significativas entre sexos ($p<0,05$).

No momento de pré-intervenção não foram encontradas diferenças entre sexos nas variáveis da idade, peso, IMC, perímetro da cintura, perímetro da anca, pressão arterial sistólica e diastólica, atividade física leve, moderada e moderada a vigorosa, comportamento sedentário e HbA1c. Este momento caracterizou-se pela existência de diferenças entre sexos nas variáveis da altura ($p<0,001$), MG ($p=0,001$), MIGO

($p < 0,001$), teste de força do membro superior ($p = 0,001$), teste de força do membro inferior ($p = 0,001$) e teste de preensão manual ($p < 0,001$).

6.3.2. Análise de frequências

A Figura 32 ilustra a percentagem de participantes enquadrados em cada categoria do IMC ao longo dos três períodos de avaliação.

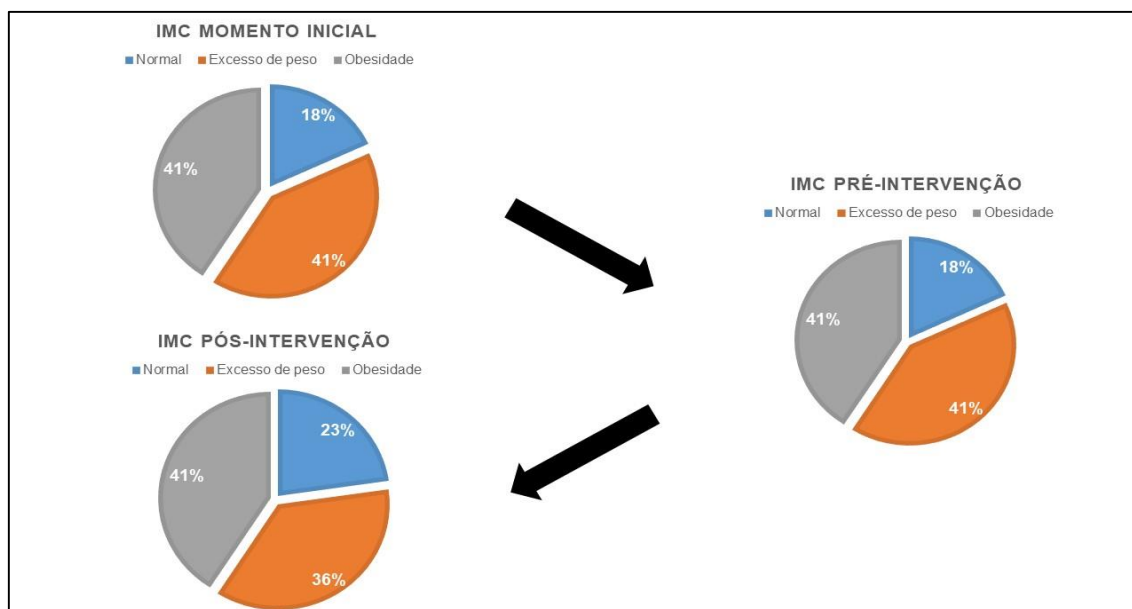


Figura 32 - Percentagem de participantes nas diferentes categorias do IMC nos 3 momentos de avaliação

No momento inicial, 41% da amostra foi categorizada como obesa ($\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$), 41% como excesso de peso ($\text{IMC} = 25 - 29,99 \text{ kg/m}^2$) e apenas 18% como peso normal ($\text{IMC} = 18,5 - 24,99 \text{ kg/m}^2$). No período pré-intervenção caracterizou-se pela mesma distribuição da amostra pelas diferentes categorias comparativamente ao momento inicial. Relativamente à pós-intervenção, a amostra divide-se em 41% como obesa, 36% como excesso de peso e 23% como peso normal.

Na Figura 33 estão representados a divisão dos participantes masculinos com base no perímetro da cintura apresentado ao longo dos períodos de avaliação.

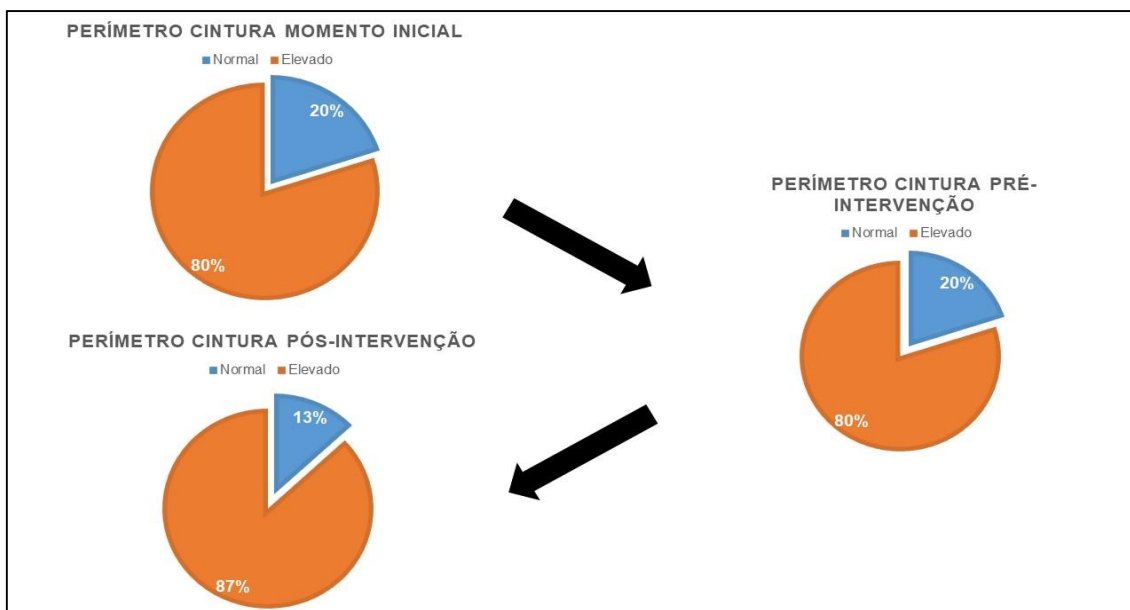


Figura 33 - Percentagem de participantes masculinos nas diferentes categorias do perímetro da cintura nos 3 momentos de avaliação

Relativamente ao perímetro da cintura, a amostra masculina foi dividida em perímetro da cintura normal, ou elevado, caso fosse superior a 102 cm. No momento inicial e na pré-intervenção, 80% da amostra tinha perímetro da cintura elevado, sendo que os restantes 20% tinham perímetro da cintura normal. Em relação ao período de pós-intervenção, a percentagem de pessoas com perímetro da cintura elevado aumentou para 87% dos participantes e apenas 13% tinham perímetro da cintura normal.

A percentagem dos participantes femininos enquadrados em cada categoria do perímetro da cintura, encontra-se ilustrada na Figura 34.

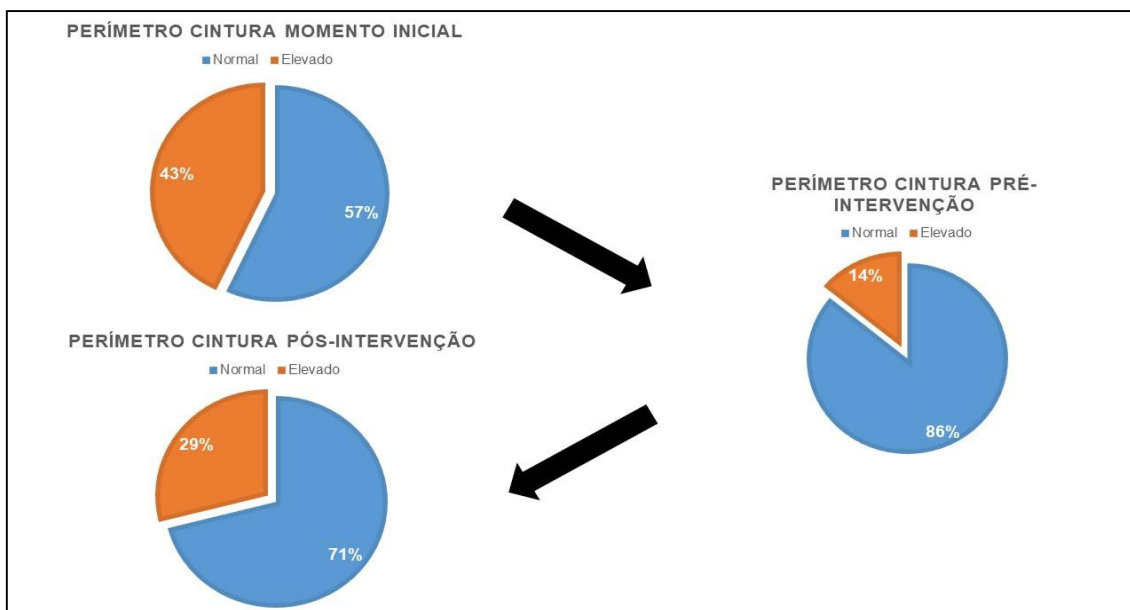


Figura 34 - Percentagem de participantes femininos nas diferentes categorias do perímetro da cintura nos 3 momentos de avaliação

A amostra feminina foi dividida em pessoas com perímetro da cintura normal (<88 cm) ou elevado (>88 cm). Analisando a Figura 34, observa-se que no momento inicial 43% das mulheres tinham o perímetro elevado, com o valor a reduzir drasticamente na pré-intervenção para os 14%. No entanto, no período de pós-intervenção verifica-se um aumento em relação ao momento anterior, registando-se 29% dos participantes femininos com perímetro da cintura elevado.

A pressão arterial sistólica foi categorizada em “normal” (<140 mmHg) ou “elevada” (≥140 mmHg), cujos dados encontram-se apresentados na Figura 35.

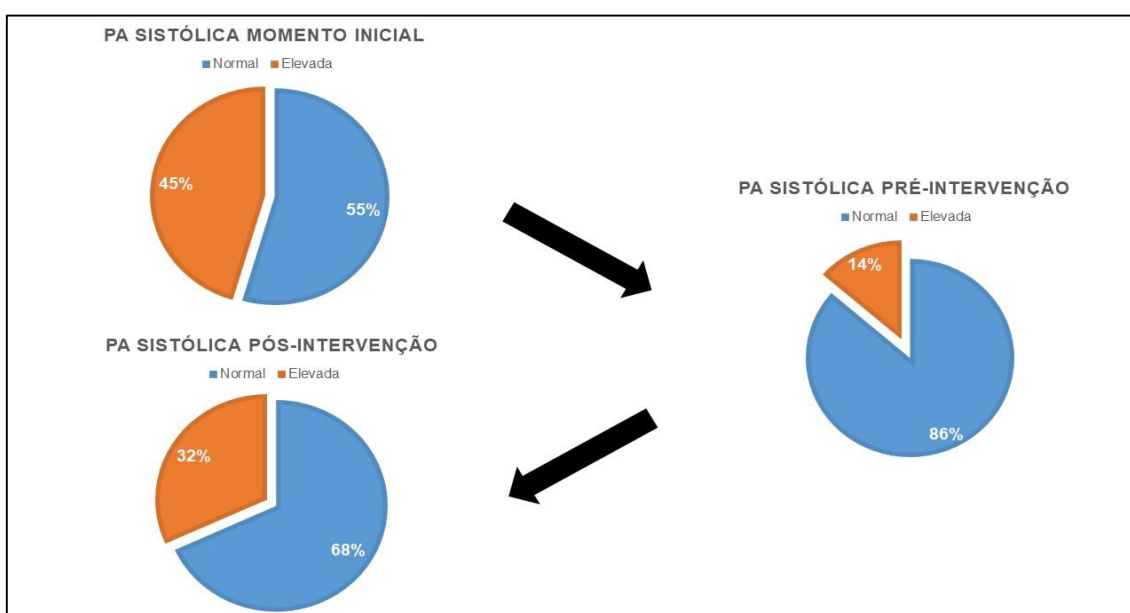


Figura 35 - Percentagem de participantes nas diferentes categorias da pressão arterial sistólica nos 3 momentos de avaliação

Nos três períodos de avaliação, a maioria da amostra apresentou valores considerados normais. Mais concretamente, no momento inicial, 55% da amostra tinha a pressão arterial sistólica abaixo dos 140 mmHg, sendo que na pré-intervenção a percentagem de pessoas com pressão arterial sistólica normal aumentou para os 86%. No entanto, no período de pós-intervenção a percentagem da amostra que apresentava um controlo sobre esta variável diminuiu, encontrando-se no 68%.

A Figura 36 apresenta a distribuição da amostra para a variável de pressão arterial diastólica, sendo categorizada como “normal” ou “elevada”, com base no valor de referência de 90 mmHg.

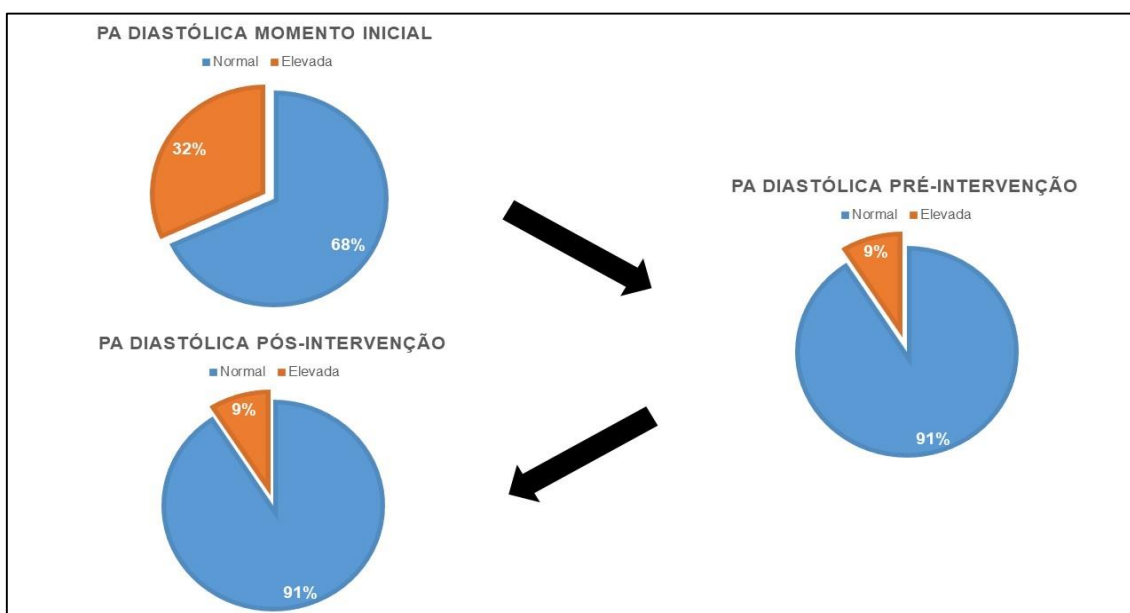


Figura 36 - Percentagem de participantes nas diferentes categorias da pressão arterial diastólica nos 3 momentos de avaliação

Observando a Figura 36 verifica-se que no momento inicial 68% da amostra apresentava os valores de pressão arterial diastólica normais enquanto 32% encontravam-se acima dos 90 mmHg. Relativamente aos períodos de pré e pós-intervenção observou-se uma melhoria dos valores, com apenas 9% da amostra a apresentar valores elevados de pressão arterial diastólica.

Na Figura 37 está representado a percentagem de participantes que cumpre ou não, as recomendações de 150 minutos/semana de atividade física pelo menos de intensidade moderada.

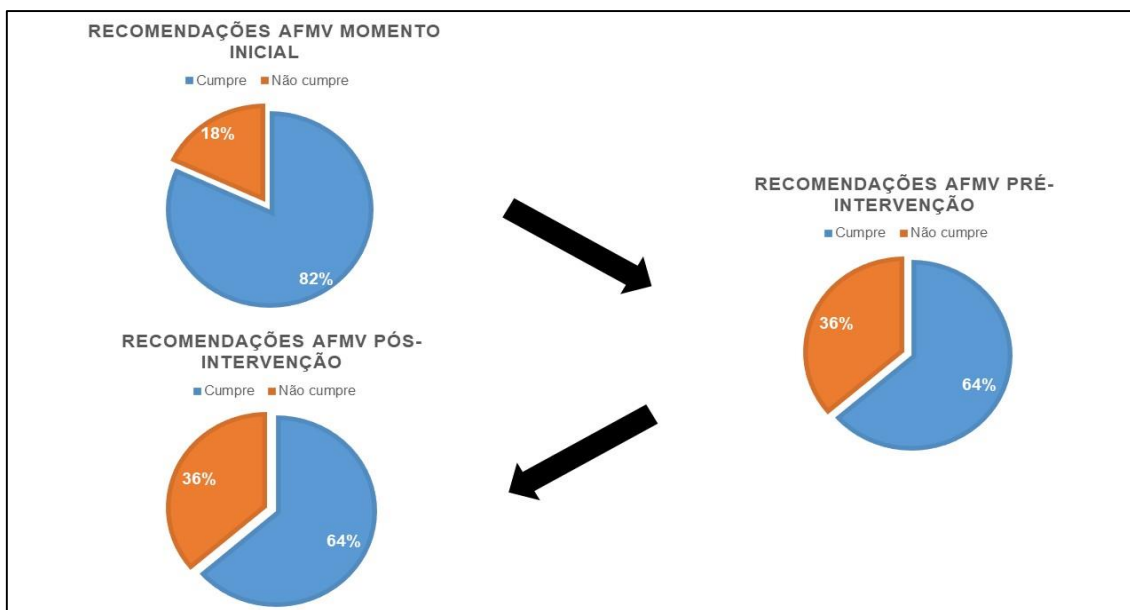


Figura 37 - Percentagem de participantes que cumpre ou não as recomendações de atividade física pelo menos de intensidade moderada nos 3 momentos de avaliação

No que diz respeito às recomendações de atividade física, nos três períodos de avaliação, a maioria da amostra cumpriu com a realização dos 150 minutos de atividade física de intensidade pelo menos moderada por semana. Mais concretamente, no momento inicial, 82% da amostra era fisicamente ativa, enquanto 18% não cumpria as recomendações. Nos períodos de pré e pós-intervenção 64% da amostra era fisicamente ativa e 36% fisicamente inativa. Numa análise semelhante, utilizando os dados de acelerometria, observou-se uma tendência de redução do tempo passado em comportamento sedentário ao longo dos diversos períodos de avaliação. No momento inicial, 45% da amostra total despendia mais do que 10 horas por dia em comportamentos sedentários, com o valor a reduzir ligeiramente para os 41% no período de pré-intervenção e 32% na pós-intervenção (Figura 38).

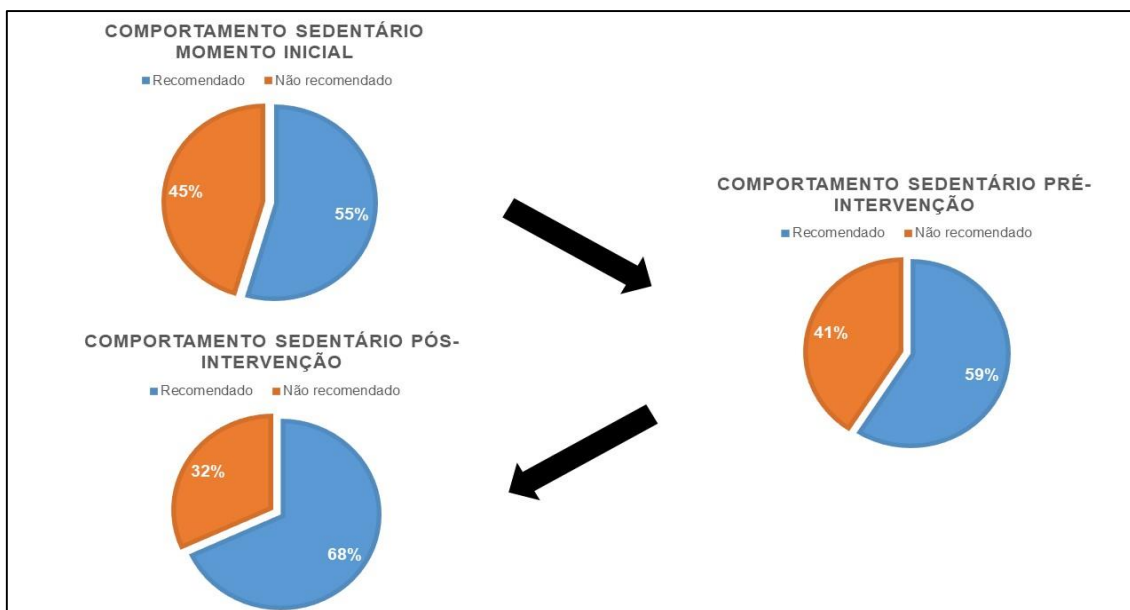


Figura 38 - Percentagem de participantes nas diferentes categorias do tempo despendido em comportamento sedentário nos 3 momentos de avaliação

O controlo glicémico, avaliado através da análise da HbA1c, aparece ilustrado na Figura 39, através das categorias “controlado” ($\leq 7\%$) e “não controlado” ($> 7\%$).

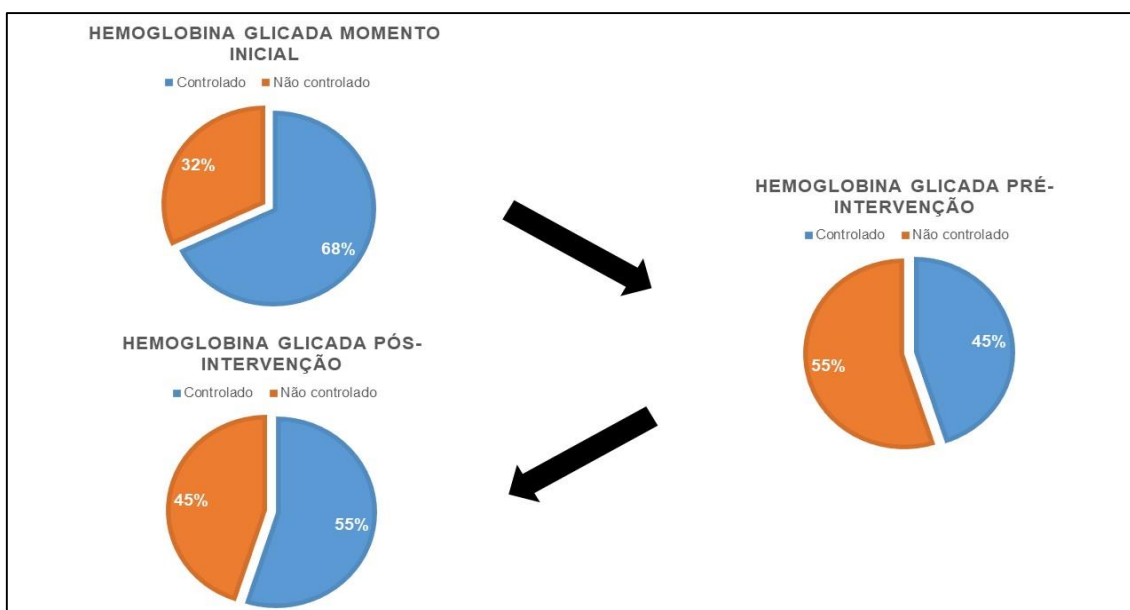


Figura 39 - Percentagem de participantes nas diferentes categorias de HbA1c nos 3 momentos de avaliação

No momento inicial, 68% da amostra apresentava o nível de HbA1c controlado. Os períodos seguintes caracterizaram-se por um maior equilíbrio na HbA1c, com a pré-intervenção dividida entre 45% da amostra controlada e 55% não controlada,

invertendo-se os valores no período de pós-intervenção, ou seja, 55% controlada e 45% não controlada.

6.3.3. Comparação entre grupos relativamente às variáveis de estudo

Na Tabela 13 podemos observar os valores médios e as diferenças entre os períodos de pré e pós-intervenção para os diferentes grupos (3 meses, 6 meses e 9 meses), relativamente ao impacto que o programa de treino teve nas variáveis de estudo.

Tabela 13 - Comparação entre grupos no período pré-intervenção – pós-intervenção relativamente às variáveis de estudo

Variáveis	3 Meses (n=9)			6 Meses (n=7)			9 Meses (n=6)			p-value
	Pré-intervenção	Pós-intervenção	Diferenças entre pré e pós-intervenção	Pré-intervenção	Pós-intervenção	Diferenças entre pré e pós-intervenção	Pré-intervenção	Pós-intervenção	Diferenças entre pré e pós-intervenção	
PAS (mmHg)	124,8 ± 11,2	134,0 ± 16,8	9,2 (1,3;17,2)	131,0 ± 12,4	141,6 ± 18,3	10,6 (-6,1;27,2)	138,7 ± 19,8	131,0 ± 19,9	-7,7 (-28,5;13,2)	0,233
PAD (mmHg)	75,6 ± 8,0	77,4 ± 10,1	1,9 (-2,2;6,0)	78,4 ± 8,0	82,9 ± 9,1	4,5 (-6,5;15,3)	83,8 ± 5,1	78,8 ± 4,4	-5,0 (-9,7;-0,3)	0,341
FM supino (kg)	24,8 ± 4,8	25,8 ± 5,0	1,1 (0,4;1,8)	24,1 ± 6,9	23,8 ± 4,0	-0,3 (-3,4;2,8)	23,1 ± 10,8	23,7 ± 10,7	0,7 (-0,6;1,9)	0,798
FM legpress (kg)	194,7 ± 47,1	225,2 ± 61,5	30,5 (-9,5;70,5)	164,0 ± 44,8	190,1 ± 42,4	26,1 (-7,8;59,9)	182,8 ± 71,9	196,4 ± 94,8	13,7 (-14,2;41,6)	0,727
FM preensão manual (kg)	42,8 ± 7,8	42,6 ± 9,1	-0,2 (-2,2;1,8)	39,6 ± 9,8	39,7 ± 8,5	0,1 (-3,1;3,4)	36,3 ± 15,3	38,7 ± 17,1	2,3 (-2,0;6,7)	0,171
AFL (min/sem)	1200,0 ± 793,3	1269,4 ± 759,4	69,4 (-269,5;408,4)	1403,8 ± 554,8	1123,0 ± 700,9	-280,8 (-626,6;65,0)	1593,8 ± 610,3	1515,2 ± 593,3	-78,5 (-203,5;46,4)	0,018*
AFMV (min/sem)	172,0 ± 97,2	198,3 ± 105,8	26,3 (-40,0;92,6)	323,5 ± 222,2	242,9 ± 183,1	-80,6 (-205,7;44,5)	289,9 ± 207,4	176,5 ± 158,4	-113,4 (-204,9;21,9)	0,219
Comportamento sedentário (h/dia)	9,4 ± 1,0	9,2 ± 1,0	-0,3 (-0,9;0,4)	9,9 ± 1,6	9,4 ± 1,0	-0,6 (-2,0;0,9)	10,3 ± 1,7	10,2 ± 1,4	-0,1 (-1,3;1,1)	0,211

Abreviaturas: PAS, pressão arterial sistólica; PAD, pressão arterial diastólica; FM, força máxima; AFL, atividade física leve; AFM, atividade física moderada; AVMF, atividade física moderada a vigorosa.

*Diferenças significativas no período pré – pós-intervenção entre o grupo de 3 meses e 6 meses (p<0,05).

Entre os períodos de pré-intervenção e pós-intervenção não foram encontradas diferenças entre grupos nas variáveis da pressão arterial sistólica e diastólica, força máxima do membro superior, inferior e de preensão manual, atividade física moderada a vigorosa e comportamento sedentário. A variável de atividade física leve ($p=0.018$) apresentou diferenças entre o grupo de intervenção de 3 meses e de 6 meses. Relativamente a esta variável, durante o período de intervenção, a Figura 40 mostra a evolução dos três grupos analisados. Como já foi referido, a diferença observada registou-se entre o grupo de intervenção de 3 meses, em que aumentou ligeiramente o nível de atividade física realizado (incremento de 69 minutos por semana) e o grupo de 6 meses, que apresentou uma evolução descendente (decrécimo de 281 minutos por semana).

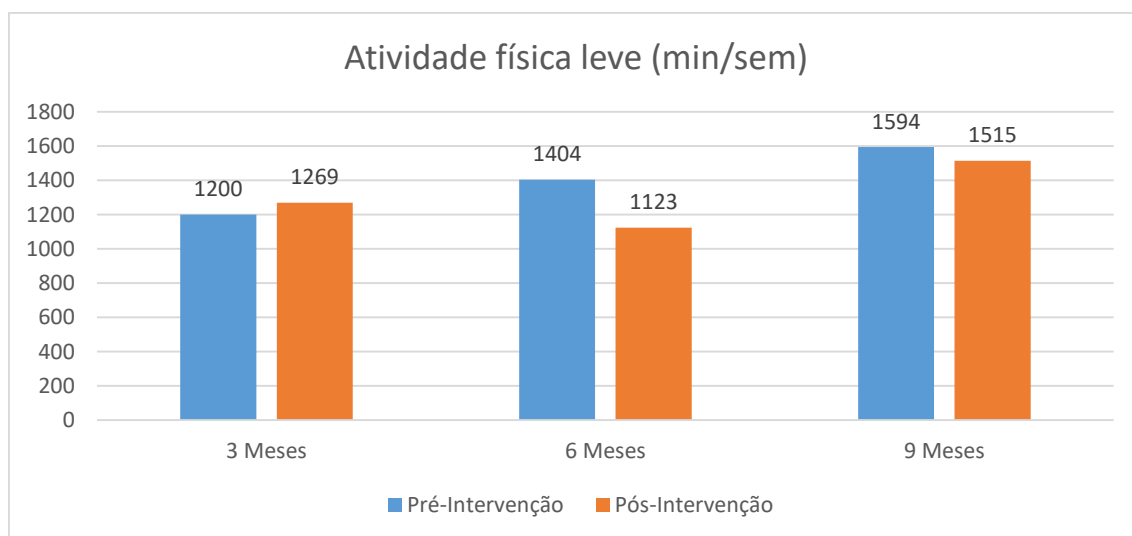


Figura 40 - Evolução entre o período de pré-intervenção e pós-intervenção na variável de atividade física leve

Os valores médios e as diferenças entre o momento inicial e pré-intervenção para os diferentes grupos (3 meses, 6 meses e 9 meses) podem ser observados na Tabela 14. Com o objetivo de perceber se o período que antecedeu ao início da intervenção do mestrando influenciou os resultados apresentados na Tabela 13, foi realizada uma análise semelhante mas considerando o momento inicial como o começo e o período de pré-intervenção como o momento final.

Tabela 14 - Comparação entre grupos no período momento inicial – pré-intervenção relativamente às variáveis de estudo

Variáveis	3 Meses (n=9)			6 Meses (n=7)			9 Meses (n=6)			p-value
	Momento inicial	Pré-intervenção	Diferenças entre momento inicial e pré-intervenção	Momento inicial	Pré-intervenção	Diferenças entre momento inicial e pré-intervenção	Momento inicial	Pré-intervenção	Diferenças entre momento inicial e pré-intervenção	
PAS (mmHg)	133,1 ± 10,0	124,8 ± 11,2	-8,3 (-15,7;-1,0)	146,1 ± 10,9	131,0 ± 12,4	-15,1 (-26,4;-3,9)	146,0 ± 18,5	138,7 ± 19,8	-7,3 (-31,5;16,8)	0,488
PAD (mmHg)	79,9 ± 7,0	75,6 ± 8,0	-4,3 (-8,5;-0,2)	86,6 ± 11,2	78,4 ± 8,0	-8,2 (-15,5;-0,8)	87,0 ± 11,4	83,8 ± 5,1	-3,2 (-13,5;7,1)	0,254
FM supino (kg)	25,8 ± 6,0	24,8 ± 4,8	-1,0 (-3,7;1,8)	22,4 ± 7,7	24,1 ± 6,9	1,7 (-0,7;4,2)	23,2 ± 10,4	23,1 ± 10,8	-0,1 (-2,9;2,7)	0,325
FM legpress (kg)	200,7 ± 44,1	194,7 ± 47,1	-5,9 (-37,3;25,5)	163,4 ± 60,3	164,0 ± 44,8	0,6 (-43,9;45,2)	153,7 ± 69,4	182,8 ± 71,9	29,0 (-11,0;69,1)	0,217
FM preensão manual (kg)	41,3 ± 10,7	42,8 ± 7,8	1,5 (-2,5;5,4)	40,3 ± 10,0	39,6 ± 9,8	-0,7 (-3,1;1,7)	35,7 ± 14,2	36,3 ± 15,3	0,7 (-2,0;3,3)	0,516
AFL (min/sem)	1598,9 ± 811,1	1200,0 ± 793,3	-398,9 (-909,5;111,8)	1364,4 ± 712,5	1403,8 ± 554,8	39,3 (-331,2;409,8)	1649,3 ± 767,4	1593,8 ± 610,3	-55,5 (-560,2;449,2)	0,150
AFMV (min/sem)	287,3 ± 152,7	172,0 ± 97,2	-115,3 (-221,4;-9,3)	290,4 ± 253,8	323,5 ± 222,2	33,1 (-102,1;168,3)	216,5 ± 126,0	289,9 ± 207,4	73,4 (-51,6;198,5)	0,013*+
Comportamento sedentário (h/dia)	9,7 ± 1,4	9,4 ± 1,0	-0,3 (-0,9;0,4)	9,7 ± 0,8	9,9 ± 1,6	0,2 (-0,9;1,2)	10,6 ± 1,6	10,3 ± 1,7	-0,3 (-1,8;1,1)	0,379

Abreviaturas: PAS, pressão arterial sistólica; PAD, pressão arterial diastólica; FM, força máxima; AFL, atividade física leve; AFM, atividade física moderada; AVMF, atividade física moderada a vigorosa.

*Diferenças significativas no período momento inicial – pré-intervenção entre o grupo de 3 meses e 6 meses (p<0,05).

+Diferenças significativas no período momento inicial – pré-intervenção entre o grupo de 3 meses e 9 meses (p<0,05).

No período que antecedeu a intervenção do mestrando, verificaram-se diferenças entre grupos na variável de atividade física moderada a vigorosa ($p=0,013$). Estas diferenças foram registadas entre os grupos de 3 e 6 meses e entre os 3 e 9 meses. Assim, podemos observar na Figura 41 uma evolução semelhante ao que foi verificado para a atividade física leve entre o período pré e pós-intervenção, em concreto, aumento dos níveis de atividade física pelo menos de intensidade moderada no grupo com 3 meses e diminuição nos restantes grupos. Ainda assim, tanto no momento inicial como no pré-intervenção, todos os valores médios se situaram bem acima do valor recomendado para esta variável ($\geq 150\text{min/sem}$).

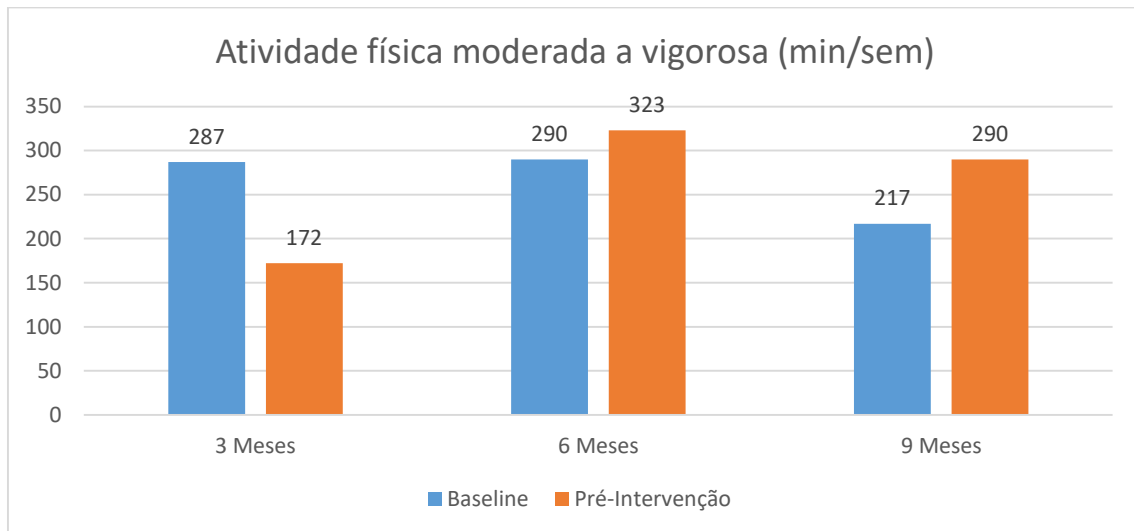


Figura 41 - Evolução entre o momento inicial e pré-intervenção na variável de atividade física moderada a vigorosa

VII. Discussão dos Resultados

Após a apresentação dos resultados obtidos relativamente aos 22 participantes analisados do projeto de investigação D2fit no capítulo anterior, será feita de seguida uma discussão dos mesmos, fazendo referência a estudos recentes que focaram variáveis semelhantes.

O principal objetivo de análise dos resultados foi investigar os efeitos do programa de treinos do projeto D2fit em variáveis de acelerometria, força máxima e hemodinâmicas entre 3 grupos que tiveram um tempo de intervenção pessoal distinto, concretamente, de 3, 6 ou 9 meses de intervenção.

Os principais resultados mostraram que independentemente do tempo de intervenção a que cada grupo foi sujeito (3 meses, 6 meses ou 9 meses), entre o período pré-intervenção e pós-intervenção, não foram encontradas diferenças entre os mesmos para todas as variáveis analisadas, à exceção da variável de atividade física leve (entre o grupo de 3 e de 6 meses). Era expectável que assim fosse, uma vez que em resposta a uma possível adaptação ao treino nos primeiros meses, a atividade física leve ao longo do tempo tem tendência para reduzir, aparecendo normalmente associado a um aumento do tempo despendido em comportamento sedentário. Healy et al. (2008) mostraram que o comportamento sedentário está forte e inversamente associado com o tempo despendido em atividades físicas de intensidade leve. A mesma associação foi obtida num estudo mais recente, que analisou os padrões horários entre o comportamento sedentário e a atividade física leve e onde foi indicado que ambos apresentaram um padrão inverso ao longo do tempo (Clemes, O'Connell, & Edwardson, 2014). No entanto, os resultados obtidos relativos ao tempo despendido em comportamentos sedentários apontam no sentido contrário, podendo-se observar uma diminuição deste tipo de comportamento ao longo da intervenção, tal como verificado no estudo de Herrmann et al. (2015), que incluiu uma análise com 141 indivíduos com excesso de peso/obesidade. Relativamente ao período entre o momento inicial e pré-intervenção, apenas foram encontradas diferenças entre os grupos que treinaram durante um período de 3 e 6 meses e entre 3 e 9 meses para a variável de atividade física de intensidade moderada a vigorosa. Comparando com o período de intervenção, era expectável que esta variável apresentasse diferenças no momento inicial, uma vez que a atividade física de intensidade moderada a vigorosa realizada pelos participantes antes de iniciarem o projeto D2fit era de cariz maioritariamente ambulatória (e.g. marcha), a qual diminuiu e foi compensada/substituída pelo programa de treino do projeto (i.e. treino de força e bicicleta estacionária). Tendo em conta as limitações

inerentes ao próprio método de acelerometria, ou seja, a incapacidade de avaliar a intensidade de determinados tipos de atividades (e.g. treino de força e bicicleta), era de esperar uma redução no tempo despendido em atividade física de intensidade moderada a vigorosa (Matthew, 2005), ainda que não reflita o verdadeiro nível de atividade física dos participantes. Desta forma, estas limitações da metodologia de acelerometria levou a que algum tipo de atividade física moderada a vigorosa possa ter sido potencialmente detetada como comportamento sedentário, superestimando assim o comportamento anterior.

No que diz respeito às variáveis hemodinâmicas e de força máxima, não foram registadas quaisquer diferenças, quer no período entre o momento inicial e pré-intervenção, quer no período entre pré-intervenção e pós-intervenção. Nesta amostra reduzida do projeto D2fit podemos inferir que o tempo de treino não alterou as variáveis biológicas avaliadas.

Passando agora para a análise da evolução evidenciada desde que integraram o projeto até ao seu final, todos os grupos demonstraram aumento na força muscular, através de avaliação de testes de força máxima (supino, *legpress* e força de preensão manual). Estudos que utilizaram treino de força em população com DMT2 evidenciaram diferenças entre o *baseline* e o *follow-up*, nas variáveis relativas à força muscular. Esses estudos foram reportados por Hovanec et al. (2012), onde ficou evidenciado um aumento da força e da qualidade muscular. Também no estudo de Bacchi et al. (2012), que foi composto por uma amostra de 38 pessoas com DMT2, foi observado que o treino de força, quando comparado com o treino aeróbio produz alterações significativas no que ao aumento da força diz respeito, sendo que esta foi avaliada através de testes máximos, para o membro superior (*chest press*) e para o membro inferior (*leg extension*). Relativamente aos ganhos relativos à massa muscular, enquanto o exercício aeróbio aumenta a sensibilidade à insulina, o treino de resistência melhora a absorção de glicose no sangue levando ao aumento da massa muscular e da expressão dos GLUT-4, sendo que estes mecanismos parecem ser sinérgicos. Assim, uma combinação dos dois tipos de treino aparece como a melhor estratégia para otimizar os ganhos ao nível da massa muscular (Colberg et al., 2016). Esses ganhos de força muscular decorrentes do exercício dependem essencialmente de dois tipos de adaptações: neurais e musculares. As adaptações neurais consistem em adaptações nos diferentes níveis do sistema nervoso central que aparecem implicados no controlo do movimento, através dos processos de coordenação intramuscular, intermuscular e mecanismos reflexos de controlo do movimento (Carroll, Riek, & Carson, 2001; Folland & Williams, 2007). Quando uma pessoa fisicamente inativa inicia um programa de treino de força, seria de esperar que nos 2 primeiros meses de treino se verificasse um

aumento da força, que refletisse os ganhos do sistema nervoso central em ativar o músculo. Assim, as adaptações neurais assumem uma preponderância mais acentuada nas fases iniciais de treino, sem que se verifique alterações de relevo no volume do próprio músculo. As adaptações hipertróficas passam a assumir maior preponderância em relação às adaptações neurais a partir das oito a dez semanas de treino. Este aumento do volume do músculo deve-se principalmente à hipertrofia muscular, ou seja, aumento do diâmetro da fibra muscular resultante do aumento da quantidade de proteínas contráteis e do diâmetro e número das miofibrilhas (Folland & Williams, 2007). Contudo, ao considerarmos o volume de treino do projeto D2fit, que consistiu apenas numa série de 8 exercícios, seria de esperar que os ganhos em termos de volume muscular fossem relativamente reduzidos. Assim, a maioria dos ganhos de força seriam nos primeiros 3 meses, com uma tendência para estabilizar ou aumentar ligeiramente nos restantes meses de treino. Considerando a análise feita entre o momento inicial e o período de pré-intervenção para as variáveis de força máxima, não foram verificadas quaisquer alterações significativas entre os diferentes grupos de treino.

Relativamente às variáveis hemodinâmicas observou-se uma redução na pressão arterial sistólica e diastólica nos três grupos entre o momento inicial e pré-intervenção. No que diz respeito ao período entre a pré-intervenção e pós-intervenção, os valores observados nestas variáveis aumentaram nos grupos com intervenção de 3 e 6 meses, enquanto no grupo de 9 meses voltou a registar-se uma diminuição. Estudos recentes sugerem de forma consistente os efeitos benéficos na redução da pressão arterial sistólica e diastólica com reduções médias de 5-7 mmHg (Cornelissen & Smart, 2013; Diaz & Shimbo, 2013). Numa revisão sistemática com meta-análise de 30 RCTs, foi demonstrado que a realização de exercício físico estruturado em pessoas com DMT2 está associado a reduções médias na pressão arterial sistólica e na pressão arterial diastólica de 4 mmHg e 2 mmHg, respetivamente (Figueira et al., 2014).

O exercício exerce um papel importante no controlo da pressão arterial, com efeitos fisiológicos agudos em resposta ao exercício, pós-exercício e crónicos (Ghadieh & Saab, 2015). De forma aguda, o exercício aeróbio aumenta e redistribui o débito cardíaco de modo a facilitar a perfusão dos músculos ativos. Esta resposta é desencadeada por mecanismos neuro-hormonais e hidrostáticos, levando ao aumento do volume sistólico e, conseqüentemente, da frequência cardíaca. O aumento do débito cardíaco leva ao aumento da pressão arterial sistólica, enquanto ocorre a diminuição da pressão diastólica como resultado do decréscimo da resistência vascular periférica, permitindo a perfusão dos grandes grupos musculares. Relativamente ao efeito do treino de força, tanto a pressão arterial sistólica como a diastólica aumentam devido ao reflexo pressor do exercício no centro cardiovascular da medula através dos propriocetores

para os músculos ativos. Este aumento da pressão arterial ocorre no sentido de superar a resistência à perfusão muscular pela elevada pressão intramuscular, levando à interrupção do fluxo sanguíneo muscular (Ghadieh & Saab, 2015).

No que diz respeito aos efeitos pós-exercício, este tem sido associado a reduções significativas imediatas na pressão arterial sistólica. Esta redução imediata após o exercício pode persistir até cerca de 22 horas e é denominada normalmente como hipotensão pós-exercício. Esta resposta é causada pela inibição da atividade simpática, redução de angiotensina II, adenosina e endotelina circulantes e dos seus recetores no sistema nervoso central, facilitando a diminuição da resistência vascular periférica e o aumento da sensibilidade barorreflexa (Ghadieh & Saab, 2015). Assim, tem sido evidenciado que a via barorreflexa desempenha um papel fundamental no desenvolvimento da hipotensão pós-exercício (C. Y. Chen & Bonham, 2010).

Os efeitos crónicos ou adaptações fisiológicas de longo prazo resultam da exposição contínua e regular do exercício, levando a alterações neuro-endócrinas e vasculares. As principais alterações vasculares a mencionar são o aumento do comprimento vascular, aumento do diâmetro do lúmen, aumento do número de esfíncteres pré-capilares e a neoangiogénese (Diaz & Shimbo, 2013; Ghadieh & Saab, 2015). Relativamente aos fatores neuro-endócrinos, estes consistem na redução dos níveis de noradrenalina circulante e dos seus recetores, aumento da atividade de óxido nítrico e da capacidade antioxidante. Para além destas alterações referidas anteriormente, o exercício aeróbio diminui ainda a espessura da parede íntima média, reduz a rigidez arterial e induz a melhoria da função endotelial (Diaz & Shimbo, 2013; Ruivo & Alcantara, 2012). Perante isto, o exercício assume uma função anti-inflamatória através do sistema nervoso simpático e do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, apresentando efeitos diretos sobre a componente hemodinâmica (Ghadieh & Saab, 2015).

VIII. Conclusões

A DM surge como uma das principais causas de morte em Portugal e em todo o mundo, assumindo-se como a principal patologia no que diz respeito à prevalência e mortalidade no conjunto das doenças endócrinas e metabólicas. Para além disto, não só a DM em si, mas também as suas complicações, impõem um impacto económico sobre a própria pessoa e sobre os sistemas de saúde de tal forma, que, na atualidade é considerada uma das principais patologias não-transmissíveis prioritárias no que diz respeito à criação de estratégias direcionadas para o seu controlo e tratamento. Uma destas estratégias consiste na adoção de práticas saudáveis, nomeadamente ao nível do exercício físico, ou seja, o principal plano onde o projeto que integrei atuou. Assim, durante este processo foi possível transportar e aplicar no terreno, conhecimentos e metodologias adquiridos durante o Mestrado de Exercício e Saúde e, concretamente no período de estágio, no que diz respeito ao nível da prescrição de exercício para populações clínicas. As atividades desenvolvidas, particularmente a participação no projeto D2fit permitiu o contato direto com casos reais e específicos que me proporcionaram atuar ao nível do controlo da DMT2, especificamente, ao nível da consciencialização para um “regime” alimentar cuidadoso, prática de exercício físico e autovigilância da glicémia, de forma a possibilitar uma maior longevidade e qualidade de vida.

A vertente escolhida para o estágio em Exercício e Saúde foi a participação num projeto de investigação relacionado com os efeitos do exercício em adultos com DMT2 em diferentes parâmetros da saúde global, como o controlo glicémico, composição corporal e força máxima. Adicionalmente, a possibilidade de estar envolvido no seio de uma instituição de saúde moderna e de referência como é a APDP, fez com que fosse a minha primeira opção de estágio.

De uma forma geral, o planeamento do estágio e as respetivas tarefas delineadas no início do ano foram cumpridos, tendo sido um plano progressivo no que diz respeito à aplicação de conhecimentos, responsabilidade e de autonomia. Ainda assim, é conveniente realçar quais foram os pontos fortes e limitações principais relativas a este período.

Começando pelos pontos fortes, começo por destacar o contato com as avaliações relativas ao projeto D2fit. O conhecimento aqui adquirido é de extrema relevância, uma vez que, permitiu aprendizagens teóricas e práticas de metodologia importante no que diz respeito, não só à saúde global de pessoas com DMT2, mas também, extensível a toda a população. Para além disso, a possibilidade de

acompanhar pessoas com características distintas, permitiu aprender e enriquecer as minhas competências profissionais, ao estar em contato com diferentes experiências. Por fim, destaco a assiduidade de grande parte dos participantes pertencentes à amostra de intervenção do projeto D2fit acompanhada, onde foi observada uma taxa de presença elevada nos treinos, à exceção de dois participantes. Entre esses dois participantes, um realizou 63 treinos (48%) de um total de 132, enquanto o outro esteve presente em 66 treinos (50%). Nos restantes 9 participantes foi observada uma taxa de assiduidade aos treinos acima dos 70%, o que revelou um comprometimento com o projeto em questão e a possibilidade de haver um acompanhamento contínuo com os mesmos.

Em contrapartida com os pontos fortes, este estágio também se caracterizou por limitações. A principal consistiu na impossibilidade de comparar os efeitos do TIAI e TCMI, uma vez que, para além do tamanho da amostra ser de reduzida dimensão, esta, por si só, dividiu-se de acordo com o período de tempo com que foi possível de intervir diretamente, desde 3 a 9 meses entre as fases de pré-intervenção e pós-intervenção. Este aspeto apresentou grande relevância, tendo em conta que um dos principais objetivos do projeto foi a comparação entre o impacto dos métodos de TIAI e TCMI nas diversas componentes avaliadas. Para além disto, o fato de não ter sido possível acompanhar os participantes durante os seus 12 meses de participação, impediu a análise de outros biomarcadores como a função vascular, uma vez que este só foi avaliado no início e no fim do projeto.

Em suma, tanto a componente prática do estágio como a componente de investigação e aquisição de conhecimento relacionados com a escrita deste relatório, revelaram-se uma fonte de crescimento e enriquecimento pessoal e profissional.

Referências Bibliográficas

- Alberti, K. G., Zimmet, P., & Shaw, J. (2007). International Diabetes Federation: a consensus on Type 2 diabetes prevention. *Diabet Med*, 24(5), 451-463. doi: 10.1111/j.1464-5491.2007.02157.x
- Albright, A., Franz, M., Hornsby, G., Kriska, A., Marrero, D., Ullrich, I., & Verity, L. S. (2000). American College of Sports Medicine position stand. Exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Sports Exerc*, 32(7), 1345-1360.
- American Diabetes Association. (2017). Standards of Medical Care in Diabetes - 2017. *Diabetes Care*, 40 Suppl 1, S1-S135. doi: 10.2337/dc17-S001-S132
- Araki, E., Oyadomari, S., & Mori, M. (2003). Endoplasmic reticulum stress and diabetes mellitus. *Intern Med*, 42(1), 7-14.
- Astorino, T. A., Allen, R. P., Roberson, D. W., Jurancich, M., Lewis, R., & McCarthy, K. (2012). Attenuated RPE and leg pain in response to short-term high-intensity interval training. *Physiol Behav*, 105(2), 402-407. doi: 10.1016/j.physbeh.2011.08.040
- Bacchi, E., Negri, C., Zanolin, M. E., Milanese, C., Faccioli, N., Trombetta, M., . . . Moghetti, P. (2012). Metabolic effects of aerobic training and resistance training in type 2 diabetic subjects: a randomized controlled trial (the RAED2 study). *Diabetes Care*, 35(4), 676-682. doi: 10.2337/dc11-1655
- Bailey, C. J., & Turner, R. C. (1996). Metformin. *N Engl J Med*, 334(9), 574-579. doi: 10.1056/NEJM199602293340906
- Bellamy, L., Casas, J. P., Hingorani, A. D., & Williams, D. (2009). Type 2 diabetes mellitus after gestational diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*, 373(9677), 1773-1779. doi: 10.1016/S0140-6736(09)60731-5
- Bergman, B. C., Butterfield, G. E., Wolfel, E. E., Casazza, G. A., Lopaschuk, G. D., & Brooks, G. A. (1999). Evaluation of exercise and training on muscle lipid metabolism. *Am J Physiol*, 276(1 Pt 1), E106-117.
- Boule, N. G., Weisnagel, S. J., Lakka, T. A., Tremblay, A., Bergman, R. N., Rankinen, T., . . . Study, H. F. (2005). Effects of exercise training on glucose homeostasis: the HERITAGE Family Study. *Diabetes Care*, 28(1), 108-114.
- Brenner, B. M., Cooper, M. E., de Zeeuw, D., Keane, W. F., Mitch, W. E., Parving, H. H., . . . Investigators, R. S. (2001). Effects of losartan on renal and cardiovascular outcomes in patients with type 2 diabetes and nephropathy. *N Engl J Med*, 345(12), 861-869. doi: 10.1056/NEJMoa011161
- Burgomaster, K. A., Howarth, K. R., Phillips, S. M., Rakobowchuk, M., Macdonald, M. J., McGee, S. L., & Gibala, M. J. (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *J Physiol*, 586(1), 151-160. doi: 10.1113/jphysiol.2007.142109
- Burgomaster, K. A., Hughes, S. C., Heigenhauser, G. J., Bradwell, S. N., & Gibala, M. J. (2005). Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. *J Appl Physiol* (1985), 98(6), 1985-1990. doi: 10.1152/japplphysiol.01095.2004
- Cade, W. T. (2008). Diabetes-related microvascular and macrovascular diseases in the physical therapy setting. *Phys Ther*, 88(11), 1322-1335. doi: 10.2522/ptj.20080008
- Carroll, T. J., Riek, S., & Carson, R. G. (2001). Neural adaptations to resistance training: implications for movement control. *Sports Med*, 31(12), 829-840.
- Cartee, G. D., Young, D. A., Sleeper, M. D., Zierath, J., Wallberg-Henriksson, H., & Holloszy, J. O. (1989). Prolonged increase in insulin-stimulated glucose transport in muscle after exercise. *Am J Physiol*, 256(4 Pt 1), E494-499.

- Chan, J. M., Rimm, E. B., Colditz, G. A., Stampfer, M. J., & Willett, W. C. (1994). Obesity, fat distribution, and weight gain as risk factors for clinical diabetes in men. *Diabetes Care*, 17(9), 961-969.
- Chen, C. Y., & Bonham, A. C. (2010). Postexercise hypotension: central mechanisms. *Exerc Sport Sci Rev*, 38(3), 122-127. doi: 10.1097/JES.0b013e3181e372b5
- Chen, L., Pei, J. H., Kuang, J., Chen, H. M., Chen, Z., Li, Z. W., & Yang, H. Z. (2015). Effect of lifestyle intervention in patients with type 2 diabetes: a meta-analysis. *Metabolism*, 64(2), 338-347. doi: 10.1016/j.metabol.2014.10.018
- Church, T. S., Blair, S. N., Cocroham, S., Johannsen, N., Johnson, W., Kramer, K., . . . Earnest, C. P. (2010). Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. *JAMA*, 304(20), 2253-2262. doi: 10.1001/jama.2010.1710
- Clemes, S. A., O'Connell, S. E., & Edwardson, C. L. (2014). Office workers' objectively measured sedentary behavior and physical activity during and outside working hours. *J Occup Environ Med*, 56(3), 298-303. doi: 10.1097/JOM.0000000000000101
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Fernhall, B., Regensteiner, J. G., Blissmer, B. J., Rubin, R. R., . . . American Diabetes, A. (2010). Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. *Diabetes Care*, 33(12), e147-167. doi: 10.2337/dc10-9990
- Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., . . . Tate, D. F. (2016). Physical Activity/Exercise and Diabetes: A Position Statement of the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 39(11), 2065-2079. doi: 10.2337/dc16-1728
- Cornelissen, V. A., & Smart, N. A. (2013). Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc*, 2(1), e004473. doi: 10.1161/JAHA.112.004473
- Cowie, C. C., Rust, K. F., Byrd-Holt, D. D., Gregg, E. W., Ford, E. S., Geiss, L. S., . . . Fradkin, J. E. (2010). Prevalence of diabetes and high risk for diabetes using A1C criteria in the U.S. population in 1988-2006. *Diabetes Care*, 33(3), 562-568. doi: 10.2337/dc09-1524
- DeFronzo, R. A., & Goodman, A. M. (1995). Efficacy of metformin in patients with non-insulin-dependent diabetes mellitus. The Multicenter Metformin Study Group. *N Engl J Med*, 333(9), 541-549. doi: 10.1056/NEJM199508313330902
- Di Loreto, C., Fanelli, C., Lucidi, P., Murdolo, G., De Cicco, A., Parlanti, N., . . . De Feo, P. (2005). Make your diabetic patients walk: long-term impact of different amounts of physical activity on type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 28(6), 1295-1302.
- Diaz, K. M., & Shimbo, D. (2013). Physical activity and the prevention of hypertension. *Curr Hypertens Rep*, 15(6), 659-668. doi: 10.1007/s11906-013-0386-8
- Donath, M. Y., Gross, D. J., Cerasi, E., & Kaiser, N. (1999). Hyperglycemia-induced beta-cell apoptosis in pancreatic islets of *Psammomys obesus* during development of diabetes. *Diabetes*, 48(4), 738-744.
- Donath, M. Y., & Shoelson, S. E. (2011). Type 2 diabetes as an inflammatory disease. *Nat Rev Immunol*, 11(2), 98-107. doi: 10.1038/nri2925
- Esser, N., Legrand-Poels, S., Piette, J., Scheen, A. J., & Paquot, N. (2014). Inflammation as a link between obesity, metabolic syndrome and type 2 diabetes. *Diabetes Res Clin Pract*, 105(2), 141-150. doi: 10.1016/j.diabres.2014.04.006
- Evans, J. L., Goldfine, I. D., Maddux, B. A., & Grodsky, G. M. (2002). Oxidative stress and stress-activated signaling pathways: a unifying hypothesis of type 2 diabetes. *Endocr Rev*, 23(5), 599-622. doi: 10.1210/er.2001-0039
- Evans, J. L., Goldfine, I. D., Maddux, B. A., & Grodsky, G. M. (2003). Are oxidative stress-activated signaling pathways mediators of insulin resistance and beta-cell dysfunction? *Diabetes*, 52(1), 1-8.

- Evert, A. B., Boucher, J. L., Cypress, M., Dunbar, S. A., Franz, M. J., Mayer-Davis, E. J., . . . American Diabetes, A. (2013). Nutrition therapy recommendations for the management of adults with diabetes. *Diabetes Care*, 36(11), 3821-3842. doi: 10.2337/dc13-2042
- Figueira, F. R., Umpierre, D., Cureau, F. V., Zucatti, A. T., Dalzochio, M. B., Leitao, C. B., & Schaan, B. D. (2014). Association between physical activity advice only or structured exercise training with blood pressure levels in patients with type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 44(11), 1557-1572. doi: 10.1007/s40279-014-0226-2
- Folland, J. P., & Williams, A. G. (2007). The adaptations to strength training : morphological and neurological contributions to increased strength. *Sports Med*, 37(2), 145-168.
- Fong, D. S., Aiello, L. P., Ferris, F. L., 3rd, & Klein, R. (2004). Diabetic retinopathy. *Diabetes Care*, 27(10), 2540-2553.
- Forbes, J. M., & Cooper, M. E. (2013). Mechanisms of diabetic complications. *Physiol Rev*, 93(1), 137-188. doi: 10.1152/physrev.00045.2011
- Forouhi, N. G., Luan, J., Hennings, S., & Wareham, N. J. (2007). Incidence of Type 2 diabetes in England and its association with baseline impaired fasting glucose: the Ely study 1990-2000. *Diabet Med*, 24(2), 200-207. doi: 10.1111/j.1464-5491.2007.02068.x
- Francois, M. E., & Little, J. P. (2015). Effectiveness and safety of high-intensity interval training in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Spectr*, 28(1), 39-44. doi: 10.2337/diaspect.28.1.39
- Garcia-Roves, P. M., Han, D. H., Song, Z., Jones, T. E., Hucker, K. A., & Holloszy, J. O. (2003). Prevention of glycogen supercompensation prolongs the increase in muscle GLUT4 after exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*, 285(4), E729-736. doi: 10.1152/ajpendo.00216.2003
- Ghadieh, A. S., & Saab, B. (2015). Evidence for exercise training in the management of hypertension in adults. *Can Fam Physician*, 61(3), 233-239.
- Gibala, M. J., & Little, J. P. (2010). Just HIT it! A time-efficient exercise strategy to improve muscle insulin sensitivity. *J Physiol*, 588(Pt 18), 3341-3342. doi: 10.1113/jphysiol.2010.196303
- Gibala, M. J., Little, J. P., Macdonald, M. J., & Hawley, J. A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *J Physiol*, 590(5), 1077-1084. doi: 10.1113/jphysiol.2011.224725
- Gibala, M. J., & McGee, S. L. (2008). Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exerc Sport Sci Rev*, 36(2), 58-63. doi: 10.1097/JES.0b013e318168ec1f
- Global Burden of Disease Study, C. (2015). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 301 acute and chronic diseases and injuries in 188 countries, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *Lancet*, 386(9995), 743-800. doi: 10.1016/S0140-6736(15)60692-4
- Global Burden of Metabolic Risk Factors for Chronic Diseases, C. (2014). Cardiovascular disease, chronic kidney disease, and diabetes mortality burden of cardiometabolic risk factors from 1980 to 2010: a comparative risk assessment. *Lancet Diabetes Endocrinol*, 2(8), 634-647. doi: 10.1016/S2213-8587(14)70102-0
- Gordon, B. A., Benson, A. C., Bird, S. R., & Fraser, S. F. (2009). Resistance training improves metabolic health in type 2 diabetes: a systematic review. *Diabetes Res Clin Pract*, 83(2), 157-175. doi: 10.1016/j.diabres.2008.11.024
- Gregg, E. W., Beckles, G. L., Williamson, D. F., Leveille, S. G., Langlois, J. A., Engelgau, M. M., & Narayan, K. M. (2000). Diabetes and physical disability among older U.S. adults. *Diabetes Care*, 23(9), 1272-1277.
- Gregg, E. W., Mangione, C. M., Cauley, J. A., Thompson, T. J., Schwartz, A. V., Ensrud, K. E., . . . Study of Osteoporotic Fractures Research, G. (2002). Diabetes and incidence of functional disability in older women. *Diabetes Care*, 25(1), 61-67.

- Grontved, A., & Hu, F. B. (2011). Television viewing and risk of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and all-cause mortality: a meta-analysis. *JAMA*, 305(23), 2448-2455. doi: 10.1001/jama.2011.812
- Gross, J. L., de Azevedo, M. J., Silveiro, S. P., Canani, L. H., Caramori, M. L., & Zelmanovitz, T. (2005). Diabetic nephropathy: diagnosis, prevention, and treatment. *Diabetes Care*, 28(1), 164-176.
- Hall, E. E., Ekkekakis, P., & Petruzzello, S. J. (2002). The affective beneficence of vigorous exercise revisited. *Br J Health Psychol*, 7(Pt 1), 47-66. doi: 10.1348/135910702169358
- Hansen, D., Dendale, P., Jonkers, R. A., Beelen, M., Manders, R. J., Corluy, L., . . . van Loon, L. J. (2009). Continuous low- to moderate-intensity exercise training is as effective as moderate- to high-intensity exercise training at lowering blood HbA(1c) in obese type 2 diabetes patients. *Diabetologia*, 52(9), 1789-1797. doi: 10.1007/s00125-009-1354-3
- Harding, H. P., & Ron, D. (2002). Endoplasmic reticulum stress and the development of diabetes: a review. *Diabetes*, 51 Suppl 3, S455-461.
- Harding, S. (2003). Extracts from "concise clinical evidence". Diabetic retinopathy. *BMJ*, 326(7397), 1023-1025. doi: 10.1136/bmj.326.7397.1023
- Healy, G. N., Wijndaele, K., Dunstan, D. W., Shaw, J. E., Salmon, J., Zimmet, P. Z., & Owen, N. (2008). Objectively measured sedentary time, physical activity, and metabolic risk: the Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle Study (AusDiab). *Diabetes Care*, 31(2), 369-371. doi: 10.2337/dc07-1795
- Helmerhorst, H. J., Wijndaele, K., Brage, S., Wareham, N. J., & Ekelund, U. (2009). Objectively measured sedentary time may predict insulin resistance independent of moderate- and vigorous-intensity physical activity. *Diabetes*, 58(8), 1776-1779. doi: 10.2337/db08-1773
- Herrmann, S. D., Willis, E. A., Honas, J. J., Lee, J., Washburn, R. A., & Donnelly, J. E. (2015). Energy intake, nonexercise physical activity, and weight loss in responders and nonresponders: The Midwest Exercise Trial 2. *Obesity (Silver Spring)*, 23(8), 1539-1549. doi: 10.1002/oby.21073
- Holman, R. R., Paul, S. K., Bethel, M. A., Matthews, D. R., & Neil, H. A. (2008). 10-year follow-up of intensive glucose control in type 2 diabetes. *N Engl J Med*, 359(15), 1577-1589. doi: 10.1056/NEJMoa0806470
- Hovanec, N., Sawant, A., Overend, T. J., Petrella, R. J., & Vandervoort, A. A. (2012). Resistance training and older adults with type 2 diabetes mellitus: strength of the evidence. *J Aging Res*, 2012, 284635. doi: 10.1155/2012/284635
- Hu, F. B. (2011). Globalization of diabetes: the role of diet, lifestyle, and genes. *Diabetes Care*, 34(6), 1249-1257. doi: 10.2337/dc11-0442
- Hu, F. B., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Colditz, G., Liu, S., Solomon, C. G., & Willett, W. C. (2001). Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *N Engl J Med*, 345(11), 790-797. doi: 10.1056/NEJMoa010492
- Huxley, R., Mendis, S., Zheleznyakov, E., Reddy, S., & Chan, J. (2010). Body mass index, waist circumference and waist:hip ratio as predictors of cardiovascular risk--a review of the literature. *Eur J Clin Nutr*, 64(1), 16-22. doi: 10.1038/ejcn.2009.68
- Instituto Nacional de Estatística. (2017). Estatísticas de Saúde 2015 *Edição 2017*, 1-284.
- International Diabetes Federation. (2013). IDF Diabetes Atlas - Sixth Edition. 6, 1-160.
- International Expert, C. (2009). International Expert Committee report on the role of the A1C assay in the diagnosis of diabetes. *Diabetes Care*, 32(7), 1327-1334. doi: 10.2337/dc09-9033
- Inzucchi, S. E., Bergenstal, R. M., Buse, J. B., Diamant, M., Ferrannini, E., Nauck, M., . . . Matthews, D. R. (2015). Management of hyperglycemia in type 2 diabetes, 2015: a patient-centered approach: update to a position statement of the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. *Diabetes Care*, 38(1), 140-149. doi: 10.2337/dc14-2441

- Izumi, T., Yokota-Hashimoto, H., Zhao, S., Wang, J., Halban, P. A., & Takeuchi, T. (2003). Dominant negative pathogenesis by mutant proinsulin in the Akita diabetic mouse. *Diabetes*, 52(2), 409-416.
- Kahn, S. E., Cooper, M. E., & Del Prato, S. (2014). Pathophysiology and treatment of type 2 diabetes: perspectives on the past, present, and future. *Lancet*, 383(9922), 1068-1083. doi: 10.1016/S0140-6736(13)62154-6
- Kaprio, J., Tuomilehto, J., Koskenvuo, M., Romanov, K., Reunanen, A., Eriksson, J., . . . Kesaniemi, Y. A. (1992). Concordance for type 1 (insulin-dependent) and type 2 (non-insulin-dependent) diabetes mellitus in a population-based cohort of twins in Finland. *Diabetologia*, 35(11), 1060-1067.
- Karstoft, K., Winding, K., Knudsen, S. H., James, N. G., Scheel, M. M., Olesen, J., . . . Solomon, T. P. (2014). Mechanisms behind the superior effects of interval vs continuous training on glycaemic control in individuals with type 2 diabetes: a randomised controlled trial. *Diabetologia*, 57(10), 2081-2093. doi: 10.1007/s00125-014-3334-5
- Karstoft, K., Winding, K., Knudsen, S. H., Nielsen, J. S., Thomsen, C., Pedersen, B. K., & Solomon, T. P. (2013). The effects of free-living interval-walking training on glycemic control, body composition, and physical fitness in type 2 diabetic patients: a randomized, controlled trial. *Diabetes Care*, 36(2), 228-236. doi: 10.2337/dc12-0658
- Kessler, H. S., Sisson, S. B., & Short, K. R. (2012). The potential for high-intensity interval training to reduce cardiometabolic disease risk. *Sports Med*, 42(6), 489-509. doi: 10.2165/11630910-000000000-00000
- Kilpatrick, M., Kraemer, R., Bartholomew, J., Acevedo, E., & Jarreau, D. (2007). Affective responses to exercise are dependent on intensity rather than total work. *Med Sci Sports Exerc*, 39(8), 1417-1422. doi: 10.1249/mss.0b013e31806ad73c
- King, D. S., Baldus, P. J., Sharp, R. L., Kesl, L. D., Feltmeyer, T. L., & Riddle, M. S. (1995). Time course for exercise-induced alterations in insulin action and glucose tolerance in middle-aged people. *J Appl Physiol* (1985), 78(1), 17-22.
- Kiviniemi, A. M., Tulppo, M. P., Eskelinen, J. J., Savolainen, A. M., Kapanen, J., Heinonen, I. H., . . . Kalliokoski, K. K. (2014). Cardiac autonomic function and high-intensity interval training in middle-age men. *Med Sci Sports Exerc*, 46(10), 1960-1967. doi: 10.1249/MSS.0000000000000307
- Knowler, W. C., Barrett-Connor, E., Fowler, S. E., Hamman, R. F., Lachin, J. M., Walker, E. A., . . . Diabetes Prevention Program Research, G. (2002). Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med*, 346(6), 393-403. doi: 10.1056/NEJMoa012512
- Kumar, P. R., Bhansali, A., Ravikiran, M., Bhansali, S., Dutta, P., Thakur, J. S., . . . Walia, R. (2010). Utility of glycated hemoglobin in diagnosing type 2 diabetes mellitus: a community-based study. *J Clin Endocrinol Metab*, 95(6), 2832-2835. doi: 10.1210/jc.2009-2433
- Laakso, M. (1999). Hyperglycemia and cardiovascular disease in type 2 diabetes. *Diabetes*, 48(5), 937-942.
- Lin, X., Zhang, X., Guo, J., Roberts, C. K., McKenzie, S., Wu, W. C., . . . Song, Y. (2015). Effects of Exercise Training on Cardiorespiratory Fitness and Biomarkers of Cardiometabolic Health: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Am Heart Assoc*, 4(7). doi: 10.1161/JAHA.115.002014
- Little, J. P., Safdar, A., Bishop, D., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J. (2011). An acute bout of high-intensity interval training increases the nuclear abundance of PGC-1alpha and activates mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 300(6), R1303-1310. doi: 10.1152/ajpregu.00538.2010
- Look, A. R. G., & Wing, R. R. (2010). Long-term effects of a lifestyle intervention on weight and cardiovascular risk factors in individuals with type 2 diabetes mellitus: four-year results

- of the Look AHEAD trial. *Arch Intern Med*, 170(17), 1566-1575. doi: 10.1001/archinternmed.2010.334
- Madsen, S. M., Thorup, A. C., Overgaard, K., & Jeppesen, P. B. (2015). High Intensity Interval Training Improves Glycaemic Control and Pancreatic beta Cell Function of Type 2 Diabetes Patients. *PLoS One*, 10(8), e0133286. doi: 10.1371/journal.pone.0133286
- Maedler, K., Oberholzer, J., Bucher, P., Spinas, G. A., & Donath, M. Y. (2003). Monounsaturated fatty acids prevent the deleterious effects of palmitate and high glucose on human pancreatic beta-cell turnover and function. *Diabetes*, 52(3), 726-733.
- Maedler, K., Spinas, G. A., Dyntar, D., Moritz, W., Kaiser, N., & Donath, M. Y. (2001). Distinct effects of saturated and monounsaturated fatty acids on beta-cell turnover and function. *Diabetes*, 50(1), 69-76.
- Manley, S. (2003). Haemoglobin A1c--a marker for complications of type 2 diabetes: the experience from the UK Prospective Diabetes Study (UKPDS). *Clin Chem Lab Med*, 41(9), 1182-1190. doi: 10.1515/CCLM.2003.182
- Matthew, C. E. (2005). Calibration of accelerometer output for adults. *Med Sci Sports Exerc*, 37(11 Suppl), S512-522.
- Mitranun, W., Deerochanawong, C., Tanaka, H., & Suksom, D. (2014). Continuous vs interval training on glycemic control and macro- and microvascular reactivity in type 2 diabetic patients. *Scand J Med Sci Sports*, 24(2), e69-76. doi: 10.1111/sms.12112
- N. C. D. Risk Factor Collaboration. (2016a). Trends in adult body-mass index in 200 countries from 1975 to 2014: a pooled analysis of 1698 population-based measurement studies with 19.2 million participants. *Lancet*, 387(10026), 1377-1396. doi: 10.1016/S0140-6736(16)30054-X
- N. C. D. Risk Factor Collaboration. (2016b). Worldwide trends in diabetes since 1980: a pooled analysis of 751 population-based studies with 4.4 million participants. *Lancet*, 387(10027), 1513-1530. doi: 10.1016/S0140-6736(16)00618-8
- Nathan, D. M., Buse, J. B., Davidson, M. B., Ferrannini, E., Holman, R. R., Sherwin, R., . . . European Association for Study of, D. (2009). Medical management of hyperglycemia in type 2 diabetes: a consensus algorithm for the initiation and adjustment of therapy: a consensus statement of the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. *Diabetes Care*, 32(1), 193-203. doi: 10.2337/dc08-9025
- Nathan, D. M., Davidson, M. B., DeFronzo, R. A., Heine, R. J., Henry, R. R., Pratley, R., . . . American Diabetes, A. (2007). Impaired fasting glucose and impaired glucose tolerance: implications for care. *Diabetes Care*, 30(3), 753-759. doi: 10.2337/dc07-9920
- Nathan, D. M., Kuenen, J., Borg, R., Zheng, H., Schoenfeld, D., Heine, R. J., & Group, A. c.-D. A. G. S. (2008). Translating the A1C assay into estimated average glucose values. *Diabetes Care*, 31(8), 1473-1478. doi: 10.2337/dc08-0545
- Nowicka, P., Santoro, N., Liu, H., Lartaud, D., Shaw, M. M., Goldberg, R., . . . Caprio, S. (2011). Utility of hemoglobin A(1c) for diagnosing prediabetes and diabetes in obese children and adolescents. *Diabetes Care*, 34(6), 1306-1311. doi: 10.2337/dc10-1984
- O'Rourke, R. W., White, A. E., Metcalf, M. D., Olivas, A. S., Mitra, P., Larison, W. G., . . . Marks, D. L. (2011). Hypoxia-induced inflammatory cytokine secretion in human adipose tissue stromovascular cells. *Diabetologia*, 54(6), 1480-1490. doi: 10.1007/s00125-011-2103-y
- Observatório Nacional da Diabetes. (2016). Diabetes: Factos e Números - O Ano de 2015 *Relatório Anual do Observatório Nacional da Diabetes – Edição de 2016* (8 ed., pp. 1-68).
- Oliveira, C., Simoes, M., Carvalho, J., & Ribeiro, J. (2012). Combined exercise for people with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Diabetes Res Clin Pract*, 98(2), 187-198. doi: 10.1016/j.diabres.2012.08.004

- Pan, X. R., Li, G. W., Hu, Y. H., Wang, J. X., Yang, W. Y., An, Z. X., . . . Howard, B. V. (1997). Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance. The Da Qing IGT and Diabetes Study. *Diabetes Care*, 20(4), 537-544.
- Parfitt, G., Rose, E. A., & Burgess, W. M. (2006). The psychological and physiological responses of sedentary individuals to prescribed and preferred intensity exercise. *Br J Health Psychol*, 11(Pt 1), 39-53. doi: 10.1348/135910705X43606
- Park, S. W., Goodpaster, B. H., Lee, J. S., Kuller, L. H., Boudreau, R., de Rekeneire, N., . . . Body Composition, S. (2009). Excessive loss of skeletal muscle mass in older adults with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 32(11), 1993-1997. doi: 10.2337/dc09-0264
- Park, S. W., Goodpaster, B. H., Strotmeyer, E. S., de Rekeneire, N., Harris, T. B., Schwartz, A. V., . . . Newman, A. B. (2006). Decreased muscle strength and quality in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study. *Diabetes*, 55(6), 1813-1818. doi: 10.2337/db05-1183
- Park, S. W., Goodpaster, B. H., Strotmeyer, E. S., Kuller, L. H., Broudeau, R., Kammerer, C., . . . Body Composition, S. (2007). Accelerated loss of skeletal muscle strength in older adults with type 2 diabetes: the health, aging, and body composition study. *Diabetes Care*, 30(6), 1507-1512. doi: 10.2337/dc06-2537
- Poitout, V., & Robertson, R. P. (2008). Glucolipotoxicity: fuel excess and beta-cell dysfunction. *Endocr Rev*, 29(3), 351-366. doi: 10.1210/er.2007-0023
- Pop-Busui, R., Evans, G. W., Gerstein, H. C., Fonseca, V., Fleg, J. L., Hoogwerf, B. J., . . . Action to Control Cardiovascular Risk in Diabetes Study, G. (2010). Effects of cardiac autonomic dysfunction on mortality risk in the Action to Control Cardiovascular Risk in Diabetes (ACCORD) trial. *Diabetes Care*, 33(7), 1578-1584. doi: 10.2337/dc10-0125
- Reaven, G. M., Hollenbeck, C., Jeng, C. Y., Wu, M. S., & Chen, Y. D. (1988). Measurement of plasma glucose, free fatty acid, lactate, and insulin for 24 h in patients with NIDDM. *Diabetes*, 37(8), 1020-1024.
- Richards, J. C., Johnson, T. K., Kuzma, J. N., Lonac, M. C., Schweder, M. M., Voyles, W. F., & Bell, C. (2010). Short-term sprint interval training increases insulin sensitivity in healthy adults but does not affect the thermogenic response to beta-adrenergic stimulation. *J Physiol*, 588(Pt 15), 2961-2972. doi: 10.1113/jphysiol.2010.189886
- Rockette-Wagner, B., Edelstein, S., Venditti, E. M., Reddy, D., Bray, G. A., Carrion-Petersen, M. L., . . . Diabetes Prevention Program Research, G. (2015). The impact of lifestyle intervention on sedentary time in individuals at high risk of diabetes. *Diabetologia*, 58(6), 1198-1202. doi: 10.1007/s00125-015-3565-0
- Ross, R., Hudson, R., Stotz, P. J., & Lam, M. (2015). Effects of exercise amount and intensity on abdominal obesity and glucose tolerance in obese adults: a randomized trial. *Ann Intern Med*, 162(5), 325-334. doi: 10.7326/M14-1189
- Ruivo, J. A., & Alcantara, P. (2012). [Hypertension and exercise]. *Rev Port Cardiol*, 31(2), 151-158. doi: 10.1016/j.repc.2011.12.012
- Saanijoki, T., Nummenmaa, L., Eskelinen, J. J., Savolainen, A. M., Vahlberg, T., Kalliokoski, K. K., & Hannukainen, J. C. (2015). Affective Responses to Repeated Sessions of High-Intensity Interval Training. *Med Sci Sports Exerc*, 47(12), 2604-2611. doi: 10.1249/MSS.0000000000000721
- Seuring, T., Archangelidi, O., & Suhrcke, M. (2015). The Economic Costs of Type 2 Diabetes: A Global Systematic Review. *Pharmacoeconomics*, 33(8), 811-831. doi: 10.1007/s40273-015-0268-9
- Sigal, R. J., Kenny, G. P., Boule, N. G., Wells, G. A., Prud'homme, D., Fortier, M., . . . Jaffey, J. (2007). Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: a randomized trial. *Ann Intern Med*, 147(6), 357-369.
- Sigal, R. J., Kenny, G. P., Wasserman, D. H., & Castaneda-Sceppa, C. (2004). Physical activity/exercise and type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 27(10), 2518-2539.

- Sigal, R. J., Kenny, G. P., Wasserman, D. H., Castaneda-Sceppa, C., & White, R. D. (2006). Physical activity/exercise and type 2 diabetes: a consensus statement from the American Diabetes Association. *Diabetes Care*, 29(6), 1433-1438. doi: 10.2337/dc06-9910
- Skurk, T., Alberti-Huber, C., Herder, C., & Hauner, H. (2007). Relationship between adipocyte size and adipokine expression and secretion. *J Clin Endocrinol Metab*, 92(3), 1023-1033. doi: 10.1210/jc.2006-1055
- Spallone, V., Ziegler, D., Freeman, R., Bernardi, L., Frontoni, S., Pop-Busui, R., . . . Toronto Consensus Panel on Diabetic, N. (2011). Cardiovascular autonomic neuropathy in diabetes: clinical impact, assessment, diagnosis, and management. *Diabetes Metab Res Rev*, 27(7), 639-653. doi: 10.1002/dmrr.1239
- Strasser, B., & Pesta, D. (2013). Resistance training for diabetes prevention and therapy: experimental findings and molecular mechanisms. *Biomed Res Int*, 2013, 805217. doi: 10.1155/2013/805217
- Stumvoll, M., Goldstein, B. J., & van Haeften, T. W. (2005). Type 2 diabetes: principles of pathogenesis and therapy. *Lancet*, 365(9467), 1333-1346. doi: 10.1016/S0140-6736(05)61032-X
- Tabak, A. G., Herder, C., Rathmann, W., Brunner, E. J., & Kivimaki, M. (2012). Prediabetes: a high-risk state for diabetes development. *Lancet*, 379(9833), 2279-2290. doi: 10.1016/S0140-6736(12)60283-9
- Theou, O., Stathokostas, L., Roland, K. P., Jakobi, J. M., Patterson, C., Vandervoort, A. A., & Jones, G. R. (2011). The effectiveness of exercise interventions for the management of frailty: a systematic review. *J Aging Res*, 2011, 569194. doi: 10.4061/2011/569194
- Tuomilehto, J., Lindstrom, J., Eriksson, J. G., Valle, T. T., Hamalainen, H., Ilanne-Parikka, P., . . . Finnish Diabetes Prevention Study, G. (2001). Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance. *N Engl J Med*, 344(18), 1343-1350. doi: 10.1056/NEJM200105033441801
- Unger, R. H. (1995). Lipotoxicity in the pathogenesis of obesity-dependent NIDDM. Genetic and clinical implications. *Diabetes*, 44(8), 863-870.
- van der Ploeg, H. P., Chey, T., Korda, R. J., Banks, E., & Bauman, A. (2012). Sitting time and all-cause mortality risk in 222 497 Australian adults. *Arch Intern Med*, 172(6), 494-500. doi: 10.1001/archinternmed.2011.2174
- Vandervoort, A. A. (2002). Aging of the human neuromuscular system. *Muscle Nerve*, 25(1), 17-25.
- Vincent, K. R., Braith, R. W., Feldman, R. A., Magyari, P. M., Cutler, R. B., Persin, S. A., . . . Lowenthal, D. T. (2002). Resistance exercise and physical performance in adults aged 60 to 83. *J Am Geriatr Soc*, 50(6), 1100-1107.
- Walker, K. Z., O'Dea, K., Johnson, L., Sinclair, A. J., Piers, L. S., Nicholson, G. C., & Muir, J. G. (1996). Body fat distribution and non-insulin-dependent diabetes: comparison of a fiber-rich, high-carbohydrate, low-fat (23%) diet and a 35% fat diet high in monounsaturated fat. *Am J Clin Nutr*, 63(2), 254-260.
- Weinstein, A. R., Sesso, H. D., Lee, I. M., Cook, N. R., Manson, J. E., Buring, J. E., & Gaziano, J. M. (2004). Relationship of physical activity vs body mass index with type 2 diabetes in women. *JAMA*, 292(10), 1188-1194. doi: 10.1001/jama.292.10.1188
- Weir, G. C., & Bonner-Weir, S. (2004). Five stages of evolving beta-cell dysfunction during progression to diabetes. *Diabetes*, 53 Suppl 3, S16-21.
- Willey, K. A., & Singh, M. A. (2003). Battling insulin resistance in elderly obese people with type 2 diabetes: bring on the heavy weights. *Diabetes Care*, 26(5), 1580-1588.
- World Health Organization. (2016). *Global Report on Diabetes*. Geneva.
- Yang, Z., Scott, C. A., Mao, C., Tang, J., & Farmer, A. J. (2014). Resistance exercise versus aerobic exercise for type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med*, 44(4), 487-499. doi: 10.1007/s40279-013-0128-8

- Yau, J. W., Rogers, S. L., Kawasaki, R., Lamoureux, E. L., Kowalski, J. W., Bek, T., . . . Meta-Analysis for Eye Disease Study, G. (2012). Global prevalence and major risk factors of diabetic retinopathy. *Diabetes Care*, 35(3), 556-564. doi: 10.2337/dc11-1909
- Zhang, X., Gregg, E. W., Williamson, D. F., Barker, L. E., Thomas, W., Bullard, K. M., . . . Albright, A. L. (2010). A1C level and future risk of diabetes: a systematic review. *Diabetes Care*, 33(7), 1665-1673. doi: 10.2337/dc09-1939
- Ziemer, D. C., Kolm, P., Weintraub, W. S., Vaccarino, V., Rhee, M. K., Twombly, J. G., . . . Phillips, L. S. (2010). Glucose-independent, black-white differences in hemoglobin A1c levels: a cross-sectional analysis of 2 studies. *Ann Intern Med*, 152(12), 770-777. doi: 10.7326/0003-4819-152-12-201006150-00004
- Zimmet, P., Alberti, K. G., & Shaw, J. (2001). Global and societal implications of the diabetes epidemic. *Nature*, 414(6865), 782-787. doi: 10.1038/414782a
- Zraika, S., Hull, R. L., Verchere, C. B., Clark, A., Potter, K. J., Fraser, P. E., . . . Kahn, S. E. (2010). Toxic oligomers and islet beta cell death: guilty by association or convicted by circumstantial evidence? *Diabetologia*, 53(6), 1046-1056. doi: 10.1007/s00125-010-1671-6



A BOM RECEITA PARA A SAÚDE

Se tem diabetes tipo 2 há menos de 5 anos, participe num programa de EXERCÍCIO FÍSICO GRÁTIS no ginásio da Associação Protectora dos Diabéticos de Portugal.

Porquê o Projeto D2fit?

A diabetes é uma doença com um progressivo aumento da incidência e prevalência. Esta realidade epidémica está ligada sobretudo ao aumento da incidência e prevalência da diabetes tipo 2. Em Portugal tem-se verificado um incremento do número de novos casos diagnosticados anualmente desde o ano 2000. Em 2010 foram detetados 6123 novos casos de diabetes por cada 100.000 habitantes. Na população portuguesa, a prevalência da diabetes em 2010 era de 12,4% em pessoas com idades compreendidas entre os 20 e os 79 anos, o que corresponde a um total de aproximadamente 991 mil pessoas. Este quadro epidemiológico requer um alargado plano de ação centrado na prevenção e no desenvolvimento de estratégias eficazes para o tratamento.

Porquê o exercício físico?

Pessoas com diabetes tipo 2 que praticam exercício físico com regularidade necessitam de menor dosagem de antidiabéticos orais. Existe alguma evidência de programas de exercício físico, nomeadamente no que se refere ao respetivo benefício. A marcha pode ser realizada pela maioria da população nos mais variados contextos do dia-a-dia. É possível criar e implementar estas atividades, realizando e combinando num ritmo lento, moderado, ou rápido, ou ainda variando a inclinação da superfície. Para além do tipo de atividade física, existem outras componentes da dose de exercício que influenciam a relação dose-resposta da atividade física em geral, nomeadamente a intensidade. De acordo com as recomendações da Associação Americana da Diabetes

Missão do Projeto D2fit

Conjuntamente com a prevenção e a alimentação, o exercício físico é um dos 3 pilares fundamentais no tratamento da diabetes tipo 2. Porém, ainda não há consenso metodológico e científico quanto ao programa de exercício mais eficaz.

O Projeto D2fit foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a eficácia de diferentes tipos de exercício em vários biomarcadores e na qualidade de vida de pessoas com diabetes tipo 2. Este programa envolve 105 participantes, distribuídos de forma aleatória em 3 grupos. Um grupo será submetido a um programa multidisciplinar envolvendo trabalho de força e exercício contínuo de intensidade moderada, outro

grupo será submetido também a um programa multidisciplinar envolvendo trabalho de força e exercício intervalado de alta intensidade e outro grupo de intervenções de alta intensidade e outro grupo de controlo e irá envolver um processo de acompanhamento para levar algum exercício diário não formal. Os programas de exercício dos dois primeiros grupos decorrerão no ginásio da Escola da Diabetes da APDP. Todos os grupos irão acompanhar profissionais especializados e licenciados. O projeto terá a duração de 1 ano, envolvendo um conjunto extenso de análises clínicas e laboratoriais no início e no final, as quais comportam informação relevante sobre a saúde.

A PARTICIPAÇÃO É GRATUITA.

Conceção do Projeto D2fit

ENSaIO CLÍNICO COM DISTRIBUIÇÃO ALEATORIA E GRUPO DE CONTROLO

GRUPO DE CONTROLO (n=35) Acompanhamento para a atividade física.	1º GRUPO (n=35) Treino contínuo de intensidade moderada combinado com musculação.	2º GRUPO (n=35) Treino intervalado de alta intensidade combinado com musculação.
Uma sessão de orientação para o exercício físico, seguida por 12 sessões de orientação para a atividade física.	Sessão de treino supervisionada dos exercícios por sessão. A marcha e realizada a intensidade moderada (70% a 75% da frequência cardíaca máxima (FCM)) durante 60 minutos. Para complementar cada sessão, os participantes realizam treino de musculação com uma série de 12 exercícios para os principais grupos musculares.	Sessão de treino supervisionada dos exercícios por sessão. Período de aquecimento de 10 minutos (60% a 70% FCM) seguido de intervalos de minutos de marcha com intensidade entre os 80% a 95% da FCM, intercalados com períodos de musculação. Para complementar cada sessão, os participantes realizam treino de musculação semelhante ao grupo de controlo, com uma série de 12 exercícios.

INICIAR O DIA NOVO

CRITÉRIOS DE PARTICIPAÇÃO NO PROJETO D2FIT

Podem participar no Projeto D2fit as pessoas que se enquadram nos seguintes critérios:
- Terem diabetes tipo 2 há menos de 5 anos;
- Não terem sido de nenhuma intervenção;
- Não terem outras condições médicas;
- Não terem complicações graves da diabetes, nomeadamente história de problemas cardiovasculares.
Não serão consideradas para a análise de exercício físico:

BENEFÍCIOS DA PARTICIPAÇÃO NO PROJETO D2FIT

O Projeto D2fit envolve muitas vantagens para o participante, nomeadamente:
- Oportunidade de fazer exercício gratuitamente no ginásio da APDP;
- Acompanhamento gratuito e personalizado de um médico, de uma nutricionista e de um fisioterapeuta de exercício;
- Análises de sangue gratuitas;
- Maior facilidade de controlo da diabetes;
- Contributo para o avanço do conhecimento científico.

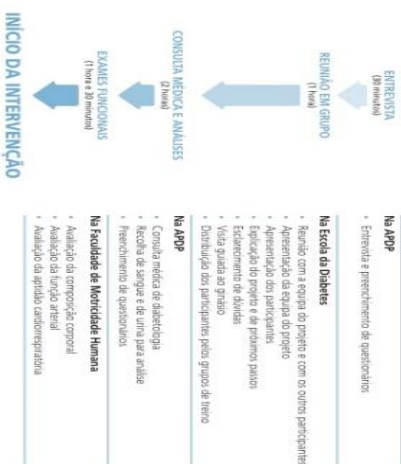
DIREITOS DO PARTICIPANTE

Os participantes no Projeto D2fit têm direito a:
- Confidencialidade de todos os seus dados demográficos, clínicos e analíticos;
- Abandonar o estudo a qualquer momento, sem comprometer o seu seguimento médico posterior na APDP ou outra instituição médica;
- Sempre que existirem justificações de ausência ao trabalho, no caso de se quer faltar de tempo por motivos de participação no projeto.

DEVERES DO PARTICIPANTE

Os participantes no Projeto D2fit têm o dever de:
- Semear todos os questionários aos cuidados, nos intervalos e nos colheitas laboratoriais e analíticas;
- Responder com veracidade a todos os inquéritos aplicados;
- Cumprir com as indicações médicas, nutricionais e de exercício físico que lhe forem recomendadas.

Protocolo da participação no Projeto D2fit





A SUA RECEITA PARA A SAÚDE!

Nome: _____

Data de Início: _____

Potência Máxima: _____

FCmáxima: _____

FCrepouso: _____

Grupo: _____

Exercício	Intensidade (%CF)			Duração (min)			Potência (kg)			FCreserva		
Bicicleta	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
9ª Semana	60-70	60-70	60-70	30	30	30				125 - 133	125 - 133	125 - 133
10ª Semana	60-70	60-70	60-70	30	30	30				125 - 133	125 - 133	125 - 133
11ª Semana	60-70	60-70	60-70	30	30	30				125 - 133	125 - 133	125 - 133
12ª Semana	60-70	60-70	60-70	30	30	30				125 - 133	125 - 133	125 - 133

Observações:

- Medir **pressão arterial**, **FCrepouso** e **peso** no final do 3º treino da última semana
- **Peso:** **PA:** **FCrepouso:**

Exercício	Observações	9ª Semana			10ª Semana			11ª Semana			12ª Semana		
		1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Latpull (reps)													
Peso (kg)													
Chest Press (reps)													
Peso (kg)													
LegPress (reps)													
Peso (kg)													
Row Sentado (reps)													
Peso (kg)													
Lunge (reps)													
Peso (kg)													
Press de Ombros (reps)													
Peso (kg)													
Dead bug (reps/perna)													
Prancha joelhos (s)													

Observações:

Para cada exercício uma série consiste em 10-12 repetições. Sempre que o participante conseguir realizar 12 repetições em dois dias consecutivos, aumenta-se o peso.



A SUA RECEITA PARA A SAÚDE!

Nome: _____

Data de Início: _____

Potência Máxima: _____

FCmáxima: _____

FCrepouso: _____

Grupo: _____

Exercício	Intensidade (%CF)			Duração (min)			Potência (kg)			FCreserva (bpm/min)		
Bicicleta	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
29ª Semana	~90% 1:1	~90% 1:1	~90% 1:1	45	45	45				126	126	126
30ª Semana	~90% 1:1	~90% 1:1	~90% 1:1	45	45	45				126	126	126
31ª Semana	~90% 1:1	~90% 1:1	~90% 1:1	45	45	45				126	126	126
32ª Semana	~90% 1:1	~90% 1:1	~90% 1:1	45	45	45				126	126	126

Observações:

- Medir pressão arterial, FCrepouso e peso no final do 3º treino da última semana
- Peso: _____ PA: _____ FCrepouso: _____

Exercício	Observações	25ª Semana			26ª Semana			27ª Semana			28ª Semana		
		1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Latpull (reps) Peso (kg)													
Chest Press (reps) Peso (kg)													
LegPress (reps) Peso (kg)													
Row Sentado (reps) Peso (kg)													
Lunge (reps) Peso (kg)													
Press de Ombros (reps) Peso (kg)													
Dead bug (reps/perna)													
Prancha joelhos (s)													

Observações:

Para cada exercício uma série consiste em 10-12 repetições. Sempre que o participante conseguir realizar 12 repetições em dois dias consecutivos, aumenta-se o peso.

Anexo 4 – Ficha de avaliação relativa ao Projeto D2Fit



Código:

Nome: _____

Idade: _____ Data de Nasc. _____ Data de Av. _____

Género: _____ Momento de Av: Baseline Fcmáxima: _____

Peso (kg)		Altura (cm)	
-----------	--	-------------	--

PERÍMETROS (CM)	1ªMEDIÇÃO	2ªMEDIÇÃO	3ªMEDIÇÃO	MÉDIA
Perímetro da cintura (NIH)				
Perímetro da Anca				

REPOUSO						
	Braço Dir.			Braço Esq.		
PAS						
PAD						
FC Repouso						

PROVA DE ESFORÇO			
FC máx			
85%FC máx			
FC Repouso			
	1ºmin	2ºmin	3ºmin
1º Patamar			
2º Patamar			
3º Patamar			
4º Patamar			
5º Patamar			
FC recuperação 1min			
FC recuperação 2min			
FC recuperação 3min			

Tempo de Prova:

FC máx. atingida durante a prova:

Anexo 5 – Instruções de utilização do Acelerómetro

Como Utilizar o Acelerómetro

O acelerómetro quantifica a atividade física habitual através do registo dos movimentos corporais ocorridos durante os dias definidos para a recolha desta informação.

Instruções:

1. O acelerómetro deve ser colocado na **cintura, por cima da crista ilíaca do lado direito**.
2. O acelerómetro deve ser colocado **junto ao corpo**, por baixo ou por cima da roupa, de forma a permanecer justo mas não demasiado apertado.
3. O acelerómetro **não deve**, em ocasião alguma, ser colocado no bolso.
4. É necessário **assinalar na folha de registo** a hora a que o acelerómetro for colocado e retirado (colocar de manhã ao acordar e retirar à noite para dormir).
5. O acelerómetro deve ser retirado apenas para **dormir, nadar ou tomar banho** e deve voltar a ser colocado após a ocorrência destas atividades. Certifique-se que volta a colocar o acelerómetro **quando acorda** e **quando sai da água**.
6. Não deve, **nunca, tentar abrir o acelerómetro** para não o avariar ou desativar. O acelerómetro não pode molhar-se. Como qualquer instrumento eletrónico o acelerómetro deve ser manuseado com cuidado para não cair no chão.

Avaliação:

- A recolha dos dados é efetuada durante **os dias assinalados**. Através de uma análise posterior dos dados, é possível verificar o número de dias de utilização do acelerómetro. É por isso fundamental, para o sucesso da avaliação, que o acelerómetro seja colocado durante os dias destinados para o efeito, para que não haja necessidade de repetição da avaliação. Em caso de imprevisto, comunicar esse facto no momento da devolução do acelerómetro para que seja agendada nova avaliação.
- Lembre-se de utilizar o acelerómetro **todos os dias!**
- **Em caso de dúvida, por favor telefone para João Magalhães**

